

A Gyűrűfűi Riolit kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményének felhasználásával: nyugat-mecseki preparátumok

HIDASÍ Tibor¹, VARGA Andrea^{1,*}, PÁL-MOLNÁR Elemér^{2,3}

¹SZTE TTK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2–6.

²SZTE TTK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, Vulcano Kutatócsoport.

³MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest.

*levező szerző, e-mail: raucsikvarga@geo.u-szeged.hu

Petrographic analysis of the Gyűrűfű Rhyolite Formation using the thin section collection of Mecsekérc Company

Abstract

Facies interpretation of volcanic rocks is of critical importance for the reconstruction of eruptive processes, particularly in ancient and sometimes strongly altered successions with a limited outcrop. However, this is often a difficult task since some pyroclastic rocks such as high-grade ignimbrites and felsic lavas may develop similar textures during emplacement, cooling and post-depositional alteration. In this study the samples of the “Vulkanitok, etalon kollekció” thin-section collection (“Volcanic rocks, reference collection”, Mecsekérc Ltd) were examined, representing the rocks of the Permian Gyűrűfű Rhyolite Formation and their resedimented clasts from the Cserdi Conglomerate Formation (in southern Transdanubia, Mecsek Mountains, Hungary). This area represents a felsic igneous province in the post-collisional Variscan foreland; here the Gyűrűfű Rhyolite has been interpreted traditionally as a rather monotonous complex of lava flows. The most conspicuous feature of the studied samples is the apparent porphyritic texture comprising abundant, but unevenly distributed, mostly broken quartz and feldspar phenocrysts and opaque pseudomorphs after biotite. An important indicator of the volcanoclastic origin is, however, the presence of relict, coarsely porphyritic pumice lapilli which have been flattened during compaction. Examination of a thin-section provides clear evidence of recrystallised shards in the matrix, showing strongly-altered vitriclastic textures. Some shards have recognisable rod and bubble-wall shapes, but those at the edges of quartz and feldspar crystals are strongly deformed and indicate welding compaction. The formerly glassy shards show remnants of an axiolitic devitrification texture. In the relict pumice clasts, the internal vesicular microstructure has been destroyed. The brown rims of pumice clasts show axiolitic and spherulitic devitrification. Their central parts consist of a mosaic of fine-grained quartz. Axiolitic devitrification develops during primary cooling and crystallisation of hot volcanic glass, and is a good indicator of the primary emplacement of volcanoclastic deposits. In the framework of the Cserdi Conglomerate samples, volcanic rock fragments with felsitic and altered vitriclastic textures are dominant. The data acquired for this study show that previously identified lavas are best interpreted as ignimbrites and that, as a result, the importance of explosive volcanism has been underestimated in the western part of the Mecsek Mts. This research has been supported by the Hungarian Scientific Research Fund (OTKA; No. PD 83511) and by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences (AV).

Keywords: Gyűrűfű Rhyolite, Permian, pyroclastic deposit, volcanic shard, fiamme, devitrification, spherulite

Összefoglalás

Munkánkban a Mecsekérc Zrt. „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményéből a permi Gyűrűfűi Riolit Formációt és a Cserdi Konglomerátum Formációt képviselő minták (nyugat-mecseki mélyfúrások és felszíni feltárások) petrográfiai jellemzését végeztük el. A Gyűrűfűi Riolit mintáiban nagy hőmérsékleten devitrifikálódott, deformált relikthorzsakövek, illetve egykori kőzetüvegszilánkok, szferolitos-axiolitos átkristályosodási bélyegek figyelhetők meg; további jellegzetességük a rosszul osztályozott, szilánkos, töredezett kristálytöredékek (kvarc, földpát) nagy száma. Szövetük reliktvitroklasztos; átalakult, kristálygazdag lapillitufát képviselnek. A Cserdi Konglomerátum mintái felzites, továbbá átalakult, vitroklasztos vagy horzsaköves szövetű vulkanitszemcséket tartalmaznak, amelyek csak részben azonosíthatók a fekvő Gyűrűfűi Riolit kőzetanyagával. Eredményeink rámutattak arra, hogy a robbanásos vulkáni működés mértékét korábban alábecsülték a vizsgált területen, illetve képződményben.

Tárgyszavak: Gyűrűfűi Riolit Formáció, perm, piroklaszt, kőzetüveg-szilánk, fiamme, devitrifikáció, szferolit

Bevezetés

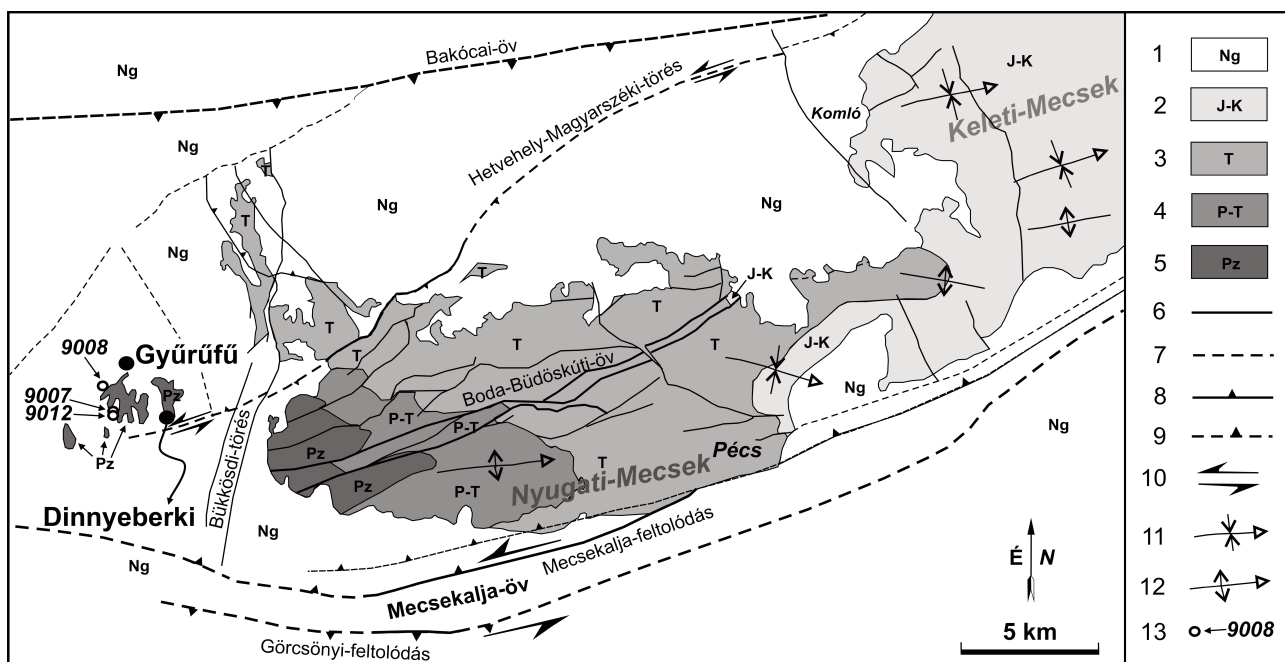
A hazai uránérckutatáshoz kapcsolódóan 1955-ben alakult meg a pécsi székhelyű Bauxitbánya Vállalat, mely az uránércbányászatot koordinálta. A kialakított kutatócsoportok egyike 1957-től Pécsi Uránbánya Vállalat, majd 1964-től Mecseki Ércbánya Vállalat (MÉV) néven működött (KONRÁD & BARABÁS 2001). A felső-paleozoos (döntően permi) vulkanitok ásványtani, kőzettani, kémiai, valamint sugárzóanyag-tartalmának vizsgálatával és értékelésével a vállalat egyik geológusa, FAZEKAS Via foglalkozott. Munkája során ő állította össze a „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményt (100 db csiszolat). Ebben döntően magyarországi, túlnyomó többségében dél-dunántúli kutatófúrásokból és felszíni feltárásokból származó, kiömlési és robbanásos vulkáni működést képviselő kőzetek vékonycsiszolatait gyűjtötte össze. Ezt a mecseki permi képződmények esetén olyan törmelékes kőzetmintákkal (homokkő, konglomerátum) egészítette ki, amelyek jelentős mennyiségű vulkáni eredetű kőzettörmelék-szemcsét tartalmaztak. Az így összeállított összehasonlító, „etalon” sorozat volt a későbbi petrográfiai korrelációs vizsgálatok egyik alapja. Annak ellenére, hogy FAZEKAS Via meghatározó szerepet töltött be a dél-dunántúli paleozoos képződmények kőzettani vizsgálatában (a vékonycsiszolatok leírását éveken keresztül ő végezte a MÉV-nél), megfigyelései, eredményei — az uránérckutatáshoz kapcsolódó titkosítások következtében — nagyrészt publikálatlanok maradtak. Munkáit elsősorban MÉV adattári jelentések formájában (pl. FAZEKAS

1978), alárendelten a Földtani Közlöny lapjain (pl. FAZEKAS 1987) olvashatjuk. Számos megfigyelése az integráló geológiai tanulmányok ásvány–kőzettani alapját képezte (pl. FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

A dél-dunántúli nagy vastagságú paleozoos rétegsorban a permi Gyűrűfűi Riolit Formáció az egyetlen vulkáni kőzetasszociáció. A Mecsek nyugati előterében, Gyűrűfű községtől D-re, pleisztocén lösz és pannóniai képződmények alól kibukkanó „kvarcporfir” (nem hivatalos paleovulkáni elnevezés az átalakult riolitokra) -testek hosszú ideje ismertek, a tudománytörténeti vonatkozások FÜLÖP (1994) munkájában olvashatók. A MÉV mélyfúrásos kutatási tevékenysége során három előfordulási területet különítettek el: Nyugat-Mecsek, a Villányi-hegység északi előtere és a Máriakévend–Bár–Báta településekkel lehatárolható terület (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

Az uránérckutatáshoz kapcsolódóan a MÉV 1957 és 1962 között kutatófúrásokat és két kutatóaknát mélyített a nyugat-mecseki kifejlődési területen a részletesebb kutatások érdekében (1. ábra). A felszíni feltárás, valamint a 9008. és a 9015. számú fúrások részletes vizsgálatát SZEDERKÉNYI (1962) végezte el. Jelentésében az alsó-perm konglomerátum (Cserdi Formáció) „porfirít” kavicsait is összehasonlította a Gyűrűfűi Riolit kőzeteivel.

A több évtizedes MÉV kutatás tapasztalatai alapján a Gyűrűfű környékén előforduló, homogén megjelenésű, halvány szürkés-lila riolitot egyetlen lávaömlésből származó vulkanikus kőzetnek tekintették (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998), de a keletkezésével kapcsolatban szá-



1. ábra. A Nyugat-Mecsek és környezetének szerkezetföldtani térképe KONRÁD & SEBE (2010) alapján a mintagyűjtési helyek feltüntetésével

1 – neogén képződmények; 2 – jura–kréta képződmények; 3 – triász képződmények; 4 – felső-perm–alsó-triász képződmények; 5 – paleozoos képződmények általában; 6 – észlelt szerkezeti elem; 7 – szerkesztett szerkezeti elem; 8 – észlelt feltolódás; 9 – szerkesztett feltolódás; 10 – eltolódás; 11 – szinklinális; 12 – antiklinális; 13 – mintavételi hely

Figure 1. Structural framework and generalized geological map of the Western Mecsek Mts. after KONRÁD & SEBE (2010), showing the localities where analyzed samples were collected in this study

1 = Neogene; 2 = Jurassic and Cretaceous; 3 = Triassic; 4 = Upper Permian - Lower Triassic; 5 = Palaeozoic in general; 6 = observed fault; 7 = compiled fault; 8 = observed reverse fault; 9 = compiled reverse fault; 10 = strike-slip fault; 11 = syncline; 12 = anticline; 13 - sampling site

mos kérdés tisztázatlan maradt. Felmerült, hogy a viszonylag nagy viszkozitású, riolitos olvadék hogyan kerülhetett a kitöréstől nagyobb távolságra, és ott miként alkothatott nagy kiterjedésű, egyenletes, vékony takarót. A lefelszerű megjelenése alapján már a kutatások korai szakaszában felvetődött az ignimbrit eredet lehetősége (akkori szóhasználatban ez nem a horzsakő- és hamuárüledéket jelentette), amely mint izzó felhő került a felszínre és terült szét valamely működő vulkán tágabb környezetében (BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998). FAZEKAS (1978) véleménye szerint, aki a riolit ásvány- és kőzettani vizsgálatát végezte nem zárható ki a piroklaszt eredet, de a jelentős mértékű utólagos hatás (illitesedés, kovásodás) miatt az ignimbritekre jellemző szöveti bélyegek már nem fedezhetők fel (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998).

A Gyűrűfői Riolit tanulmányozása az ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszékén a dél-dunántúli permokarbon rétegsor reambulációs vizsgálatához kapcsolódva kapott új lendületet, bár az első eredmények nem léptek túl a korábbi megállapításokon (JAKAB 2005). VARGA (2009) azonban ismét felvetette, hogy a Mecsek nyugati részéről származó Gyűrűfői Riolit nem kiömlési kőzet, hanem nagyon erősen összesült ignimbrit. Munkahipotézise alapján a nyugat-mecseki Gyűrűfői Riolit és a Cserdi Formáció alsó részének kőzetei egyidősek és genetikailag egységes kőzetegyüttest alkotnak (VARGA 2009, 2011; VARGA et al. 2012, 2013).

Munkánkban az OTKA PD 83511 nyilvántartási számú alapkutatáshoz kapcsolódva, a Mecsekérc Zrt. által tudományos kutatás céljából átadott, FAZEKAS Via által összeállított „Vulkanitok, etalon kollekció” gyűjtemény csiszolatai alapján részletesen vizsgáltuk és dokumentáltuk a Gyűrűfői Riolit és a vulkáni eredetű kőzettörmelékben gazdag Cserdi Konglomerátum Formáció kőzetanyagát képviselő preparátumokat. Jelen tanulmányunkban kizárólag a Nyugat-Mecsekből származó mintákat vizsgáltunk, ezért a levont következtetések nem a teljes formációra vonatkoznak, hanem a szűkebb, nyugat-mecseki kifejlődési területre korlátozódnak.

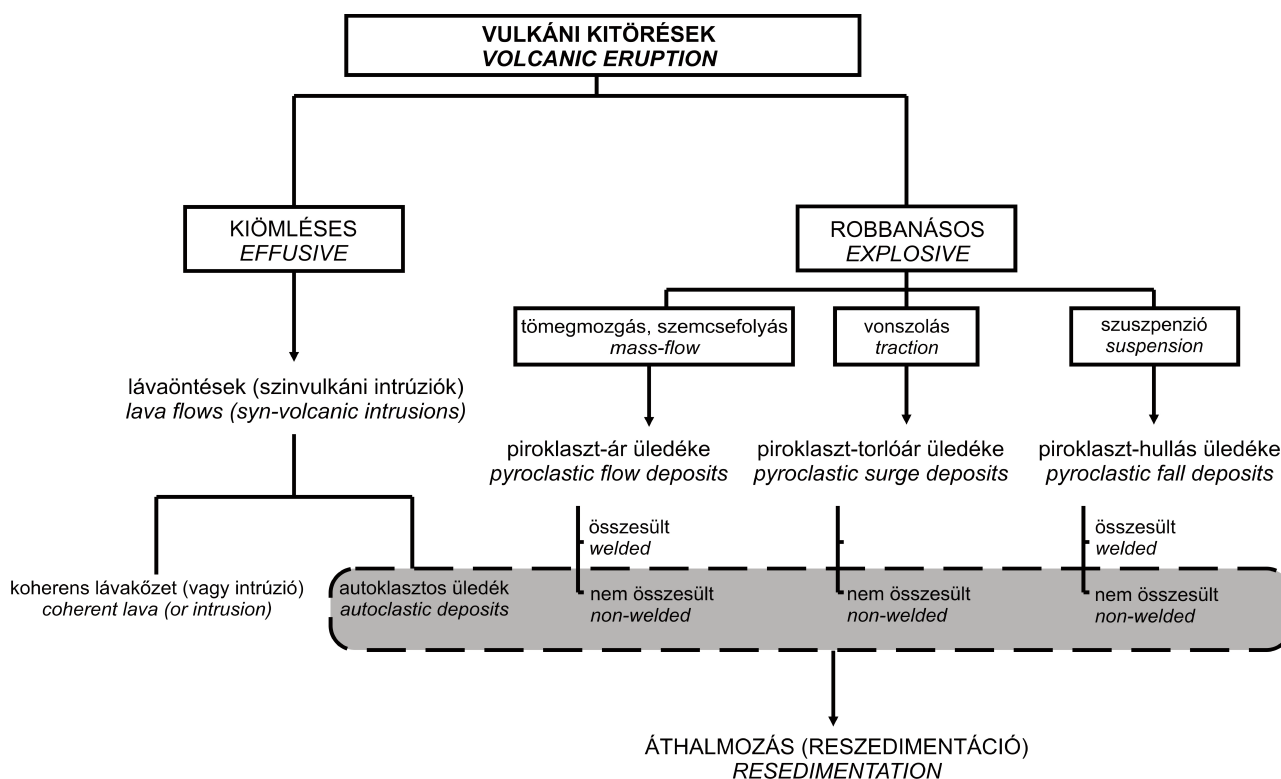
Az archivált vékonycsiszolatok reambulációjának jelentőségét egyrészt kiemeli, hogy az egykori MÉV jelentésekben ezeket használták összehasonlítás alapul. A korábbi Gyűrűfői Riolit kőzetminták többsége — közöttük számos mélyfúrás maganyaga — napjainkban már nem tanulmányozható. A rendelkezésre álló csiszolatleírásokkal összehasonlítva az „etalon kollekció” revíziós eredményeit, a tapasztalt azonosságok, illetve különbségek felhasználhatók a publikálatlan jelentésekben közölt adatok értelmezésekor. Másrészt annak ellenére, hogy a dél-dunántúli permokarbon rétegsorban komoly korrelációs szerepet kapott a Gyűrűfői Riolit, néhány korlátozottan elérhető kézíratos munkán kívül sem szakcikkekben, sem földtani összefoglaló munkában nem publikáltak fotóanyagot a kőzet petrográfiai jellemzőiről (ásványos összetétel, szövet), ami a lokális és a regionális korrelációt egyaránt megnehezíti. Tanulmányunkban törekedtünk ennek pótlására is.

Az effuzív vulkáni kőzetek (lávafolyások, szinvolkán intrúziók) és a piroklasztárüledékek elkülönítése mikroszvöeti vizsgálatok alapján

A vulkanikus kőzetek kétféleképpen érkezhettek a felszínre: lávafolyással, illetve robbanásos kitöréssel. A lávafolyással felszínre kerülő kőzeteket a vulkáni kiömlési (vagy extruzív) kőzetek közé soroljuk, míg az expozív (kitörési) folyamatok során keletkezők a vulkáni törmelékes kőzetek családjába tartoznak (2. ábra; MCPHIE et al. 1993, KARÁTSZON 1998, NÉMETH & MARTIN 2007, HARANGI 2011, HARANGI et al. 2013). Elkülönítésük terepi megfigyelések birtokában általában nem okoz problémát (NÉMETH & MARTIN 2007, HARANGI et al. 2013, WILLCOCK et al. 2013).

A lávafolyások és a szinvolkán intrúziók MCPHIE et al. (1993) rendszerezése alapján négy jellegzetes fáciesben jelenhetnek meg. A koherens fácies jellemzője a porfíros (egyenletesen eloszló euhedrális kristályok) vagy afanitos (a fenokristályok kivételével a többi elegyrész szabad szemmel nem különíthető el; HARANGI et al. 2013) szövet, az alapanyagban nagy hőmérsékletű devitrifikációs bélyegek megjelenésével (szferolitok, litofizák, mikropoikilitos szövet). Mind a lávafolyások, mind a szinvolkán intrúziók belső részére masszív/tömeges vagy folyási foliációs kifejlődés lehet jellemző; nem hólyagüreges és hólyagüreges (horzsaköves; salakos) szövetű részek egyaránt azonosíthatók ebben a fáciesben. Az autoklasztit fácies monomikt jellegű, porfíros vagy afanitos szövetű klasztok jellemzik, amelyek jellegzetessége a fűrészfog- (farkasfog) szerű (*jigsaw-fit*) illeszkedés. Az autobreccsa fácies táblás, illetve folyási foliációs klasztokat, tömör blokkokat, továbbá horzsakő- vagy salakklasztokat tartalmazhat. A 2 mm-nél kisebb klasztok aránya alárendelt, különálló kristályfragmentumok ritkán fordulnak elő ebben a fáciesben. A hialoklasztit breccsa görbevonalú felszínnel rendelkező blokkokat tartalmaz, amelyek szegélye általában üveges, a klasztok belseje üveges vagy kristályos, a klasztok szegélye mentén gyakori kőzetrésekkel. A hialoklasztit breccsa mátrixát durvaszemcsés homok-dara méretű (1–4 mm) szemcsék jellemzik. Különálló kristályfragmentumok, horzsakő- vagy salakklasztok szintén gyakoriak lehetnek ebben a fáciesben.

A piroklasztikus üledékek két fő genetikai csoportba sorolhatók (MCPHIE et al. 1993). A magmás robbanásos és freatomagmás kitörések üledékei általában kristályokból, horzsakő- vagy salakklasztokból, illetve más, kevésbé buborékosodott juvenilis klasztokból és litikus fragmentumokból állnak. A juvenilis klasztok jellemzően porfíros szövetűek vagy afanitosak. A litikus klasztok mennyisége a ritkától a bőségesig változhat. A mátrix gyakran kristályfragmentumokban gazdag. Ezen a csoporton belül a magmás robbanásos kitörések üledékeire a buborékfal alakú üvegszilánkokban gazdag alapanyag jellemző. A horzsakő- vagy salakklasztok szegélye általában szabálytalan, alakjuk lencseszerű, lemezes vagy blokkos. Akkrációs lapillit tartalmazhatnak, továbbá összesült vagy nem összesült



2. ábra. A vulkánkitörések genetikai típusai MCPHIE et al. (1993) és HARANGI et al. (2013) alapján

Figure 2. Genetic classification of volcanic eruptions after MCPHIE et al. (1993) and HARANGI et al. (2013)

változatban egyaránt megjelenhetnek. A freatomagmás kitörések üledékei ettől eltérően általában blokkos vagy szálszerű üvegszilánkokat tartalmaznak. A horzsakő- vagy salak-, illetve más juvenilis klasztok tipikusan blokkosak, és gyakran görbült felszínnel rendelkeznek. Akkréciós lapillik ebben a típusban gyakran kialakulnak, az összesülés azonban általában nem jelenik meg a freatomagmás kitörések termékeiben. Felépítésükre túlnyomórészt a hamu és a finom lapilli jellemző. A másik fő csoportot képviselő freatikus kitörések üledékanyaga gyakran litikus piroklasztitból és hidrotermálisan átalakult klasztokból áll; akkréciós lapillit szintén jelentős mennyiségben tartalmazhat. Korlátozott kiterjedésű (a forrástól ≤ 2 km), kis térfogatú ($<< 1$ km³) kőzettesteket jelentenek (főleg piroklaszhullás vagy torlóár üledékei), amelyekben összesülés nem alakul ki.

Munkánkban kizárólag a mikroszkópban látható elegyrészek és szöveti bélyegek alapján volt módunk a képződés körülményeire és a kőzet típusára következtetni. Petrográfiai megfigyeléseink során ezért döntően PAULICK & BREITKREUZ (2005) által felvázolt meghatározási és genetikai elkülönítési módot alkalmaztuk (I. táblázat), melyet MCPHIE et al. (1993) munkájukban bemutatott szöveti jellemzőkre épülő elkülönítési lehetőségekkel egészítettünk ki. Ezek alapján a felzikus lávák (illetve szinvulkáni intrúziók) és a piroklasztárak üledékeinek megkülönböztetésében nagy szerepet kapott a mikroszövet, különösen a korábban említett homogén porfíros és a vitroklasztos szöveti típus. A fenokristályok alakját és méreteloszlását, valamint a juvenilis komponensek közül a horzsakövek és az üveg-

szilánkok jellegzetességeit (alak, méreteloszlás, devitrifikációs és egyéb átalakulási bélyegek) az elkülönítésnél kiemelten kell kezelni. A dolgozatunkban használt legfontosabb szöveti elemeket a következőkben MCPHIE et al. (1993), MCARTHUR et al. (1998), GIFFKINS et al. 2005, NÉMETH & MARTIN (2007), BREITKREUZ (2013) és HARANGI et al. (2013) alapján ismertetjük.

A vitroklasztos szövettű kőzet alapvetően törmelékeny szilánkokat (klasztokat) tartalmaz, üveges megjelenésű, és főleg a piroklasztitokat jellemzi. Horzsakőlapillit és egyéb litikus klasztokat egyaránt tartalmazhat. A lapillusok belsejében finom, szálas, cső alakú hólyagüregek fordulnak elő. A mátrixban különféle formájú kőzetüvegszilánkok vannak jelen: általában elnyúlt, ellapult, Y-alakú, csontvégszerű, táblás és ívelt peremű, buborékfal alakú szilánkok különböztethetők meg. Az elnyúltságból a tömörödési kompaksióra és/vagy az összesülés mértékére lehet következtetni. A horzsakövek belsejében az átkristályosodás hatására kvarcmozaikos kitöltés, szegélyén pedig axiolitos devitrifikáció alakulhat ki. A litikus részeket kőzettől függően földpátok, kvarc, illetve mafikus ásványok (pl. piroxén) alkotják (MCPHIE et al. 1993, MCARTHUR et al. 1998, GIFFKINS et al. 2005, HARANGI et al. 2013, WILLCOCK et al. 2013).

A vulkáni üveg metastabil volta miatt már a lerakódás és a szállítódás alatt változásokon megy keresztül. A nagy kovasavtartalmú vulkáni üveg termodinamikailag instabil, így megindul a devitrifikációja, melynek következtében nagyon hamar megkezdődik a kismértékű kikristályosodás. Ezt a folyamatot nagy hőmérsékletű devitrifikációnak ne-

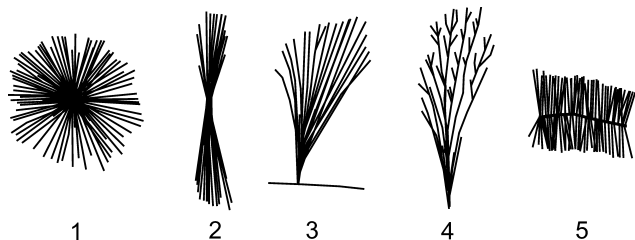
I. táblázat Felzikus lávák és piroklasztár üledékek jellemző bélyegei PAULICK & BREITKREUZ (2005) összeállítására alapján**Table I.** Diagnostic characteristics of felsic lavas and pyroclastic flow deposits after PAULICK & BREITKREUZ (2005 and references cited therein)

	Láva: mag fácies	Láva: lávabreccsa fácies („carapace”-fácies)	Piroklasztár üledék
Fácies kapcsolat „fácies-asszociáció”	A lávabreccsa fáciesbe megy át.	Alsó és felső részén az autoklaszt fáciesbe megy át. Áthalmozódott színvulkáni breccsa jellemző a kőzettest szegélyein.	Tipikusan a kogenetikus, litikus és a kristálygazdag felszíni torlóár és hamufelhő torlóár rétegekhez kapcsolódik.
Belső rendezettség	Egységes (koherens), homogén porfirós megjelenés jellemzi homogén alapanyaggal, lokálisan folyási sávokkal.	Koherens–breccsásodott átmenetet mutató, homogén porfirós szövet, heterogén alapanyaggal; az autoklaszt breccsa rosszul osztályozott, monomikt, nem gradált, gyakori illeszkedő fűrészfogas szöveggel („jig-saw fit”).	Vitroklasztos, rosszul osztályozott, mátrixvázú, tipikusan sűrűség szerint gradált. A belső felépítés egy folyási egységben belül is nagymértékben változhat; továbbá eltűnhet az összesülés, a reomorfózis vagy az átalakulás következtében.
Xenolitok, litikus kőzetrészek	Általában ritkán, lencsékben felhalmozódva fordulnak elő.	Csekély mennyiségben, lencsékben koncentrálódó alkotók.	Tipikusan gyakori, tömegesen előforduló komponensek homogén vagy gradációt mutató eloszlásban.
Fenokristályok	Egyenletesen eloszlott megjelenésűek.	Egyenletesen eloszlott megjelenés jellemzi mind a klasztokban, mind a mátrixban.	Jellemzően gyakrabban fordulnak elő az alapanyagban, mint a horzsakövekben vagy a vulkáni kőzetrészekben, mivel a hamufrakció kifúvódik az ár mozgása során.
Törött fenokristályok	Nem gyakori, a szétört kristályok optikai orientációja azonos.	A törött és szétesett fenokristályok helyenként megjelenhetnek az autoklaszt breccsákban.	A törött fenokristályok gyakoriak a piroklasztár üledék mátrixában.
Alapanyag	Homogén mikrokristályos (ekvigranuláris), helyenként korábbi szferolitokra utaló szelenszerkezettel.	Heterogén, üveges megjelenésű, a hólyagüregestől a horzsakövesig változó szövetű és/vagy devitifikált (szferolitos, litofízis), breccsásodott megjelenés jellemzi; a folyási foliáció gyakori jelenség.	Nagy mennyiségű üvegszilánk, kristály és kristálytöredék jellemzi; azonban a vitroklasztos jelleg eltűnhet az összesülés, átkristályosodás és az átalakulás következtében.
Összesülést jelző szövet	Hiányzik.	Összesült szövet megjelenhet az autoklaszt breccsákban, főleg azok bazális részén.	Jellemzői: összesülési zónák, a vastag egységekben a reomorf átalakulások felülírhatják az összesülésre utaló szöveti elemeket.

vezik, ami a hűlő, forró üvegre jellemző, ezért lávákban, sekély intrúziókban és erősen összesült piroklasztikus üledékekben egyaránt megjelenik. A nagy hőmérsékletű devitifikáció szöveti megfigyelések segítségével elkülöníthető a metamorfózistól, a hidrotermális átalakulástól és a mállási átkristályosodástól. A devitifikáció kezdeti fázisában ugyanis az eredeti üveg fokozatosan átalakul (pl. palagonit képződik). Új ásványok kristályosodnak (pl. zeolitok, filloszilikátok), majd a nukleáció és a folyamatos kristálynövekedés eredményeként szferolitos és litofízis szövet alakul ki az eredetileg üveges vulkáni anyagban. Későbbi újrakristályosodás azonban módosíthatja ezeket az átkristályosodott szöveti bélyegeket (MCARTHUR et al. 1998, MCPHIE et al. 1993, NÉMETH & MARTIN 2007, HARANGI et al. 2013).

A hőmérsékletcsökkenés intenzitása alapján a devitifikáció két altípusa különböztethető meg. A gyorsan hűlő és viszonylag „száraz” olvadék alacsony hőmérsékletű (200 °C) hidratációval társult devitifikációja során az üveges alapanyag izolált szferolitokat tartalmaz. Ettől eltérően a viszonylag lassan hűlő olvadékokban a nagy hőmérséklet (400–700 °C) vagy a nagyobb illótartalom (főleg alkália-gazdag környezetben) eredményeként szferolitos és/vagy mikro-poikilitos szövet alakulhat ki (MCARTHUR et al. 1998, MCPHIE et al. 1993, HARANGI et al. 2013). A szferolitosodás mérettartománya változatos lehet, a mikrolitgazdag, csillag-

szerű foltokban megjelenő szferolitok elérhetik a dm-es nagyságot (MCPHIE et al. 1993, NÉMETH & MARTIN 2007, BREITKREUZ 2013, HARANGI et al. 2013). A szálak különböző alakzatokban, sugárirányban alakulnak ki valamilyen kristálygóc körül. Ezek a vékony szálak rendszerint földpátból és/vagy kvarcból állnak. A szferolitok több különböző morfológiai típusát lehet megkülönböztetni (MCARTHUR et al. 1998, MCPHIE et al. 1993, BREITKREUZ 2013 és az általuk hivatkozott irodalmak): gömbszerű (szferolitos), csokornyakkendő vagy legyező alakú, madártoll-szerű, illetve axiolitos szöveti formák különíthetők el (3. ábra).



3. ábra. A szferolitok morfológiai típusai MCPHIE et al. (1993) alapján módosítva

1 – gömbölyű (szferolitos); 2 – csokornyakkendő alakú; 3 – legyező alakú; 4 – madártoll-szerű; 5 – axiolitos

Figure 3. Spherulite morphologies modified of MCPHIE et al. (1993)

1 = spherical; 2 = bow-tie; 3 = fan; 4 = plumose; 5 = axialitic

Mintagyűjtés, vizsgálati módszerek

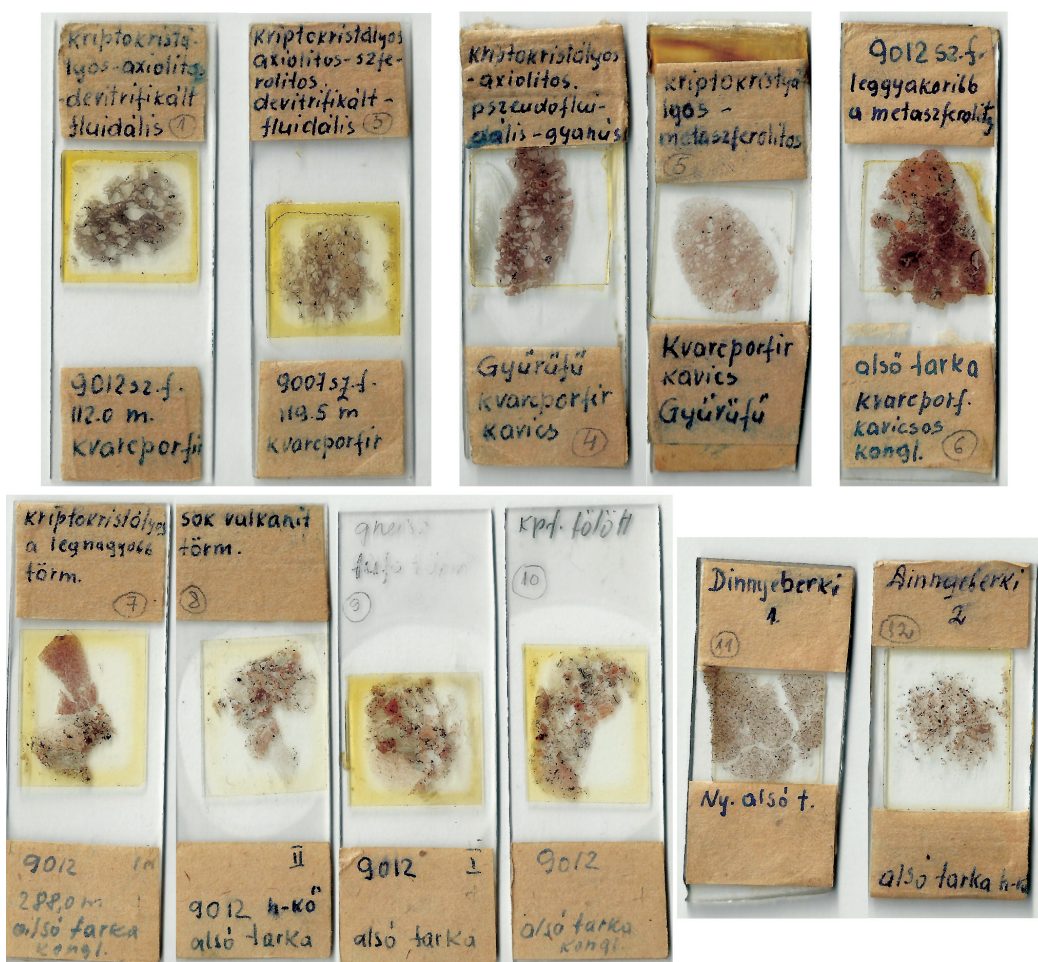
Tanulmányunkban az egykori Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményéből a Gyűrűfői Riolit és a Cserdi Konglomerátum nyugat-mecseki kifejlődési területéről származó vékonycsiszolatok részletes petrográfiai jellemzőit mutatjuk be (4. ábra; II. táblázat). A kiválasztott minták petrográfiai leírása és értelmezése HIDASÍ (2013) munkájához kapcsolódott. A Gyűrűfői Riolit mintái a 9007. és a 9012. számú fúrásokból származó szálkőzetek, valamint gyűrűfői felszíni feltárásból, kavicsanyagból származtak (1. ábra). Ez utóbbiak pontosabb gyűjtési területe ismeretlen. A Cserdi Formáció alsó részének (a gyűjteményben ezeket alsó-tarka felirattal találjuk) üledékes homokkő-, konglomerátummintái a 9012. számú fúrásból, illetve Dinnyebéri környéki feltárásokból kerültek elő. Ez utóbbiakban a vulkáni kőzettörmelék eredetű szemcséket és kavicsokat dokumentáltuk részletesen, mivel azokat a Gyűrűfői Riolit eróziójából származtatják (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSÉ 1998).

Petrográfiai vizsgálatok

A Gyűrűfői Riolit fúrómagok mikroszöveti jellegei

A 9007. és a 9012. számú kutatófúrásból származó Gyűrűfői Riolit csiszolatai szabad szemmel porfíros szövetűek, melyek szürkésbarna alapanyagában ~1 mm-es opakásványok, valamint 2–5 mm-es kvarc és földpát fenokristályok ismerhetők fel (4. ábra).

A vékonycsiszolatok mikroszkópos vizsgálata alapján a fenokristályként, illetve mikrofenokristályként megjelenő kvarc rendszerint félig sajátalakú, mérete 20 µm és 4 mm között változik (rosszul osztályozott), kioltása általában egyenes. Gyakoriak a kristálytöredékek, illetve az erősen repedezett, töredezett szemcsék (5. és 6. ábra). A szemcsék tört szegélye rendszerint íves határvonalú, belső repedései mentén gyakoriak az ívelt lefutású fluidumzárványosok (5. ábra, a). A kristályok szegélyén gyakran rezorbeálódás nyomai láthatóak; belsejükben átkristályosodott olvadék-zárványok fedezhetők fel. Az egykori olvadékszárványok



4. ábra. Az egykori Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményének részlete (vizsgált minták: Gyűrűfői Riolit Formáció, Cserdi Konglomerátum Formáció)

Figure 4. Parts of 'Vulkanitok, etalon kollekció' thin section collection of former MecsekOre Ltd. (studied samples from the Gyűrűfői Rhyolite and Cserdi Conglomerate Formations)

II. táblázat. A vizsgált minták gyűjtési és korábbi kőzettani adatai (FAZEKAS, publikálatlan adatok alapján)**Table II.** Sampling and previous petrographic data of the studied samples (after FAZEKAS, unpublished data)

Csiszolatszám	Lelőhely	Kőzettípus	Eredeti megjegyzés (Fazekas V.)	Formáció
1	9012 fúrás (112,0 m)	„kvarcporfir”	szövet: kriptokristályos, axiolitos, devitrifikált, fluidális	Gyűrűfüi Riolit
2	9008 fúrás	„kvarcporfir”		Gyűrűfüi Riolit (hiányzó minta)
3	9007 fúrás (119,5 m)	„kvarcporfir”	szövet: kriptokristályos, axiolitos, szferolitos, devitrifikált, fluidális	Gyűrűfüi Riolit
4	Gyűrűfü	„kvarcporfir” kavics	szövet: kriptokristályos, axiolitos, pszeudofluidális jellegű	Gyűrűfüi Riolit anyagú kavics
5	Gyűrűfü	„kvarcporfir” kavics	szövet: kriptokristályos, metaszerolitos	Gyűrűfüi Riolit anyagú kavics
6	9012 fúrás	„kvarcporfir” kavicsos konglomerátum	szövet: a klasztok között leggyakoribb a metaszerolitos szövetű változat	Cserdi Konglomerátum („alsó-tarka”)
7	9012 fúrás (288,0 m)	konglomerátum	szövet: kriptokristályos a legnagyobb törmelék	Cserdi Konglomerátum
8	9012 fúrás	homokkő	sok vulkanittörmelék	Cserdi Konglomerátum
9	9012 fúrás	homokkő	a közettörmelék szemcsék anyaga gneisz és tufa eredetű	Cserdi Konglomerátum
10	9012 fúrás	homokkő	kvarcporfir feletti összlet (kp. fölött)	Cserdi Konglomerátum
11	Dinnyeberki	homokkő		Cserdi Konglomerátum
12	Dinnyeberki	homokkő		Cserdi Konglomerátum

beöblösödéseit kovaanyag tölti ki. A kvarctöredékek szegélye mentén helyenként rátapadt üveges alapanyag figyelhető meg, ami devitrifikálódott, szegélyén axiolitosodott (6. ábra, a és b).

A földpát fenokristályok általában hipidiomorfok, maximum 3–4 mm hosszúak, rendszerint töredezetek, alárendelten rezorbeálódtak (6. ábra, e és f). A töredékdarabok mérete erősen változó. Általános jelenség a földpátok erőteljes átalakulása: helyenként kovásodtak vagy karbonáttal helyettesítődtek (5. ábra, e és f), de előfordulnak szericitesedett földpátkristályok is (5. és 6. ábra). Az átalakulás gyakran a hasadási síkok irányát követi. Az ikresedés jellege, illetve a hematizzárványok gyakorisága és eloszlása alapján mind káliföldpát, mind plagioklász jelen van a mintákban, azonban a blokkos-táblás jellegű rendellenes kioltás alapján a földpátok utólagos metasomatózist (K- és/vagy Na-dúsulás) szenvedtek, ezért az eredeti földpátösszetételt nem lehet kellő biztonsággal meghatározni.

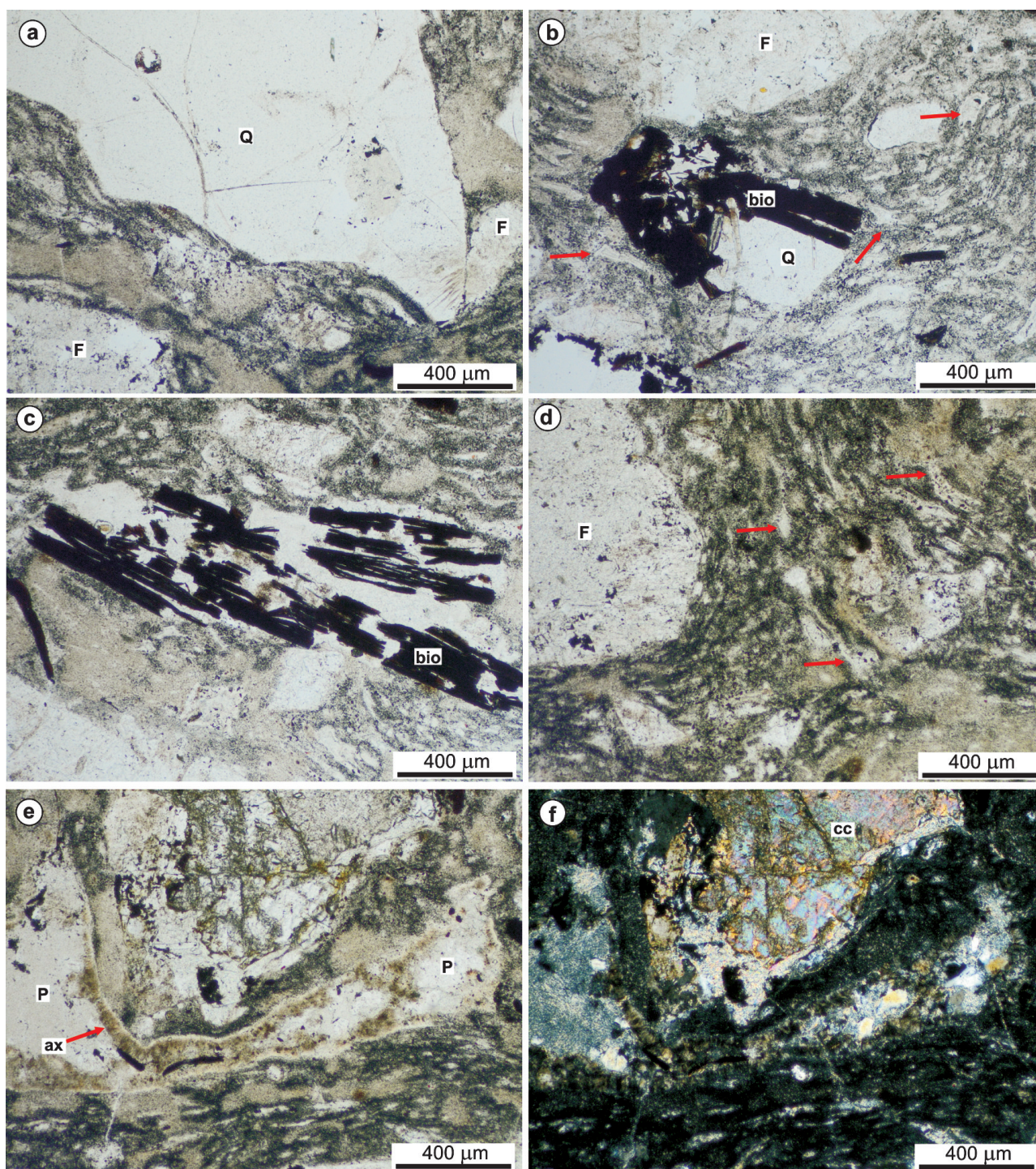
A mafikus fenokristályokat relik, sajátalakú biotitlemezek, illetve biotittöredékek képviselik (5. ábra, b és c; 6. ábra, c és d), amelyek sok esetben hajlítottak vagy szétszóródottak. Az erőteljes átalakulás (opacitosodás) eredményeként hematitos, opak pszeudomorfóza azonosítható az egykori biotit helyén, amit gyakran vörös vagy fekete vas-oxidos burok vesz körül. Zárványként rutiltüket tartalmazhat.

A vizsgált minták jellegzetes szöveti elemei azok a változó méretű klasztok, amelyek szabálytalan vagy táblás alakúak, széleiken helyenként buborékfal jellegű, ívelt határvonallal. Ezek a klasztok részben deformálódtak, át-

kristályosodtak; egyes klasztok belsejét mozaikos makrokvarc tölti ki, szegélyükön azonban jellegzetes devitrifikációs bélyegek (szferolitok, illetve káliföldpátból álló axiolitok) jelennek meg, ami az egykori vulkáni üvegre utal (6. ábra, c és d). A nagyobb klasztok földpát, kvarc és/vagy biotit kristálytöredéket rejtenek magukban, amelyek megjelenése azonos az önálló fenokristályként előforduló változatokéval. Irodalmi analógiák alapján (MCPHIE et al. 1993; MCARTHUR et al. 1998, GIFFINS et al. 2005, WILLCOCK et al. 2013) ezek valószínűsíthetően horzsakő eredetű devitrifikálódott, egykori üveges szilánkok és klasztok, melyek egy része ellapult fiamme lehetett (5. ábra, e és f).

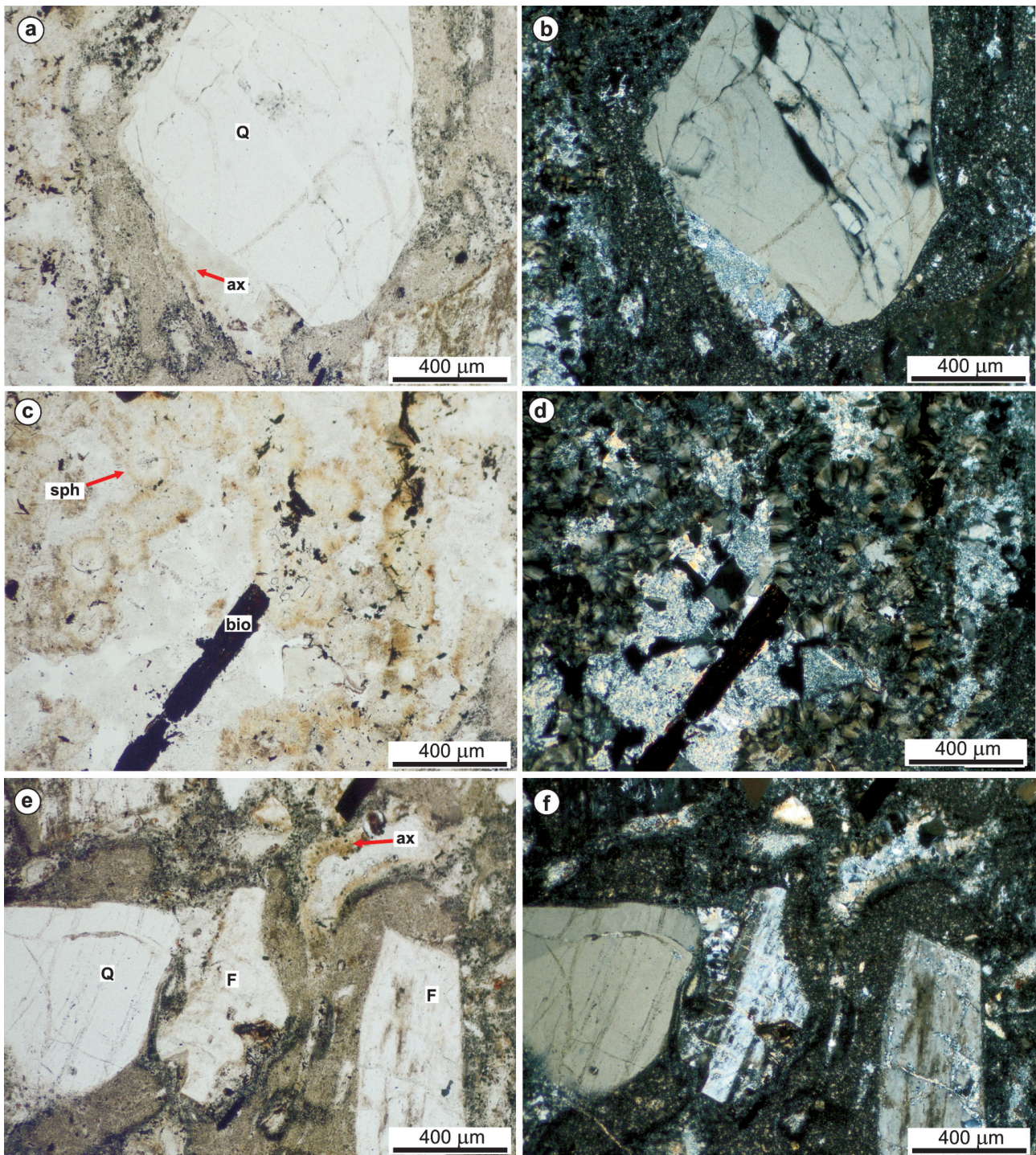
A korábban bemutatott kristályok és klasztok átkristályosodott, közép-, illetve finomszemcsés, heterogén jellegű alapanyagban többnyire egyenletes eloszlásban, irányított-ság nélkül helyezkednek el. A törött, szétesett fenokristályok és kristálytöredékek között teljesen átkristályosodott, devitrifikálódott kőzetüvegszilánkok láthatóak (5. ábra). Alakjuk változatos, egyes helyeken többnyire táblás, de a fenokristályok közelében előfordulnak deformálódott, préselt, elnyúlt, ellapult alakúak is. Az alapanyagban helyenként apró méretű cirkonkristályok figyelhetők meg, amelyeket pleokroos átalakulási udvar övez. Az alapanyagban diszperz eloszlásban nagy mennyiségű opakásvány található, valószínűleg ezek adják a kőzet szürkésbarna, lilásbarna színét.

A fenti jellemzők alapján a vizsgált kőzetanyag szövete relik vitroklasztos, a szferolitos és axiolitos devitrifikáció nagy hőmérsékletű átkristályosodásra utal, amihez kompaktió társult. Az ásványos összetétel, a devitrifikálódott



5. ábra. Az 1. vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (9012. sz. fűrés 112,0 m, Gyűrűfői Riolit Formáció). a) Törött kvarckristály, belsejében ívelt lefutású repedésekhez kötődő fluidumzárványsorral (1N); b) Földpát, kvarc és biotit utáni opakásvány pszeudomorfója átalakult, deformált és devitrifikálódott üvegszilánokban (nyílak) gazdag alapanyagban (1N); c) Nagyméretű, biotit utáni opak pszedomorfója és átalakult üvegszilánkok alkotta alapanyag (1N); d) Kompaktált és nagy hőmérsékleten devitrifikálódott üvegszilánkokban (nyílak) gazdag alapanyag. Az egykori üvegszilánkok szegélye axiolitos földpát, belső kitöltése kvarc (1N); e-f) Földpát utáni karbonát pszeudomorfója és ellapult relikts horzsakő (fiamme), aminek összeolvadt és nagy hőmérsékleten devitrifikálódott az anyaga (1N és +N). A horzsakő belsejében szferolitok, szegélyén axiolitok láthatóak. Az alapanyagban elnyúlt, átalakult üvegszilánkok sorakoznak Rövidítések: Q: kvarc; F: földpát; bio: biotit, illetve biotit utáni opak pszeudomorfója; cc: kalcit; P: relikts pumice (horzsakő); ax: axiolitos devitrifikáció

Figure 5. Petrographic features of thin section No. 1 (112.0 m of drill core 9012, Gyűrűfői Rhyolite Formation; a-e: plane-polarized light, PPL; f: crossed nicols, XN). a) Fluid inclusions situated along arcuate trails in fragmented quartz grain; b) Feldspar, quartz and opaque mineral pseudomorphs after biotite in strongly deformed and altered glass shard-rich (arrows) matrix; c) Large opaque pseudomorphs after biotite in altered glass shard-rich matrix; d) Groundmass is abundant in strongly deformed and recrystallised glass shards (arrows). The brown rims of shards show axiolitic devitrification to feldspar. Their central parts consist of a mosaic of fine-grained quartz; e-f) Carbonate pseudomorph after feldspar and flattened relict pumice (fiamme) which melted and devitrificated on high temperature. Inside the formerly pumice spherical and axiolitic spherulites are visible, suggesting welding compaction. Strongly deformed and altered blade-like glass shards appear in the groundmass
Abbreviations: Q: quartz; F: feldspar; bio: biotite and opaque mineral pseudomorphs after biotite; cc: calcite; P: relict pumice; ax: axiolitic devitrification



6. ábra. A 3. vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (9007. sz. fúrás 119,5 m, Gyűrűfüi Riolit Formáció). a) és b) Törött és sűrűn repedezett kvarc fenokristály, a repedések mentén fluidumzárványsorokkal. Szegélyére egykori üveges olvadék tapadt (nyíl), mely devitrifikálódott, széle axiolitosodott (1N és +N); c) és d) Az egykori üveges horzsakő belső üreges mikroszerkezete teljesen átalakult, belsejében gömb (nyíl) és legyező alakú szferulitok figyelhetők meg (1N és +N); e) és f) Az erősen átkristályosodott alanyag törött kvarc és földpát fenokristályokat, biotitot, illetve átalakult horzsakőszilánkokat tartalmaz. Az egykori horzsakőszilánkok barna szegélyét axiolitos devitrifikáció eredményeként kristályosodott földpát alkotja, belsejüket finomkristályos kvarcemozaik tölti ki (1N és +N)
 Rövidítések: Q: kvarc; F: földpát; bio: biotit, illetve biotit utáni opak pseudomorfóza; ax: axiolitos devitrifikáció; sph: gömbös szferulit

Figure 6. Petrographic features of thin section No. 3 (119.5 m of drill core 9007, Gyűrűfüi Rhyolite Formation; a, c and e: PPL; b, d and f: XN). a) Broken and frequently fractured quartz phenocryst with fluid inclusions along the fractures. This crystal fragment has a thin partial sevedge of devitrified glassy material (arrow), showing axiolitic spherulites; c) and d) In the relict pumice clast, the internal vesicular microstructure has been destroyed, showing spherical (arrow) and fan-like spherulitic devitrification; e) and f) Strongly recrystallised groundmass containing of broken quartz and feldspar phenocrysts, biotite and altered pumice shards. The brown rims of pumice shards show axiolitic devitrification to feldspar. Their central parts consist of a mosaic of fine-grained quartz

Abbreviations: Q: quartz; F: feldspar; bio: biotite and opaque mineral pseudomorphs after biotite; ax: axiolitic devitrification; sph: spherical spherulite

horzsakövek és átalakult üvegszilánkok alapján a 9007. és a 9012. számú kutatófúrásból származó Gyűrűfűi Riolit fűrőmagminták riolitos jellegű, átalakult, rosszul osztályozott, kristálygazdag lapillitufát képviselnek.

A kavicsanyagból származó Gyűrűfűi Riolit mintáinak mikroszöveti jellegei

A Gyűrűfű és Dinnyeberki közötti területen, felszínén gyűjtött kavicsanyagból készült preparátumok makroszkóposan szintén vörösbarna árnyalatúak, 1–2,5 mm-es világos (kvarc, földpát) porfíros kristályokkal. Apró sötét ásványok, valamint tűs opak ásványok szintén gyakoriak (4. ábra).

A vékonycsiszolat mikroszkópos vizsgálata alapján a fenokristályként, illetve mikrofenokristályként megjelenő kvarc gyakran erősen repedezett, töredezett (7. ábra, a és d–g), ennek megfelelően megjelenése hipidiomorf vagy xenomorf. Az egyenes kioltású kvarckristályok osztályozottsága rossz, méretük 20 µm és 2,5 mm között változik. Egyes szemcsék repedéseit átkristályosodott alapanyag tölti ki, de felismerhető, hogy egykor egy nagyobb, egybefüggő szemcsét alkottak a töredékdarabok. Ahol a kristályfragmentumok nem távolodtak el egymástól, a repedések mentén fluidumzárvány-sorok alakultak ki. A kvarc szegélye helyenként rezorbeálódott, illetve néhány kristályon vékony, devitrifikált üveg maradványából álló szegély ismerhető fel.

Az erősen átalakult földpátok rendszerint hipidiomorfak, gyakran töredeztettek, vagy töredékként fordulnak elő, maximálisan 1,5 mm-es mérettel (7. ábra, c–h). Többnyire kovásodtak, karbonátosodtak, illetve szericitesedtek; az átalakulás gyakran foltosan jelenik meg, vagy a szemcse hasadási síkjait követi. A pontos határozást az erős átalakulás megnehezíti, azonban az egykori poliszintetikus ikerlemezesség nyomai, illetve hiánya alapján plagioklász és káli-földpát egyaránt valószínűsíthető.

A mafikus ásványokat képviselő biotit szintén erősen átalakult, többnyire opak pszeudomorfóza formájában ismerhető fel (7. ábra). A lemezek sok esetben hajlítottak vagy szétseprűződtek; gyakran vörös vagy fekete vas-oxid burok veszi körül. Ezeken a pszeudomorfózákon túl az alapanyagban apró, rendszerint tűs, opak szemcsék diszperz eloszlásban szintén megfigyelhetők, továbbá az alapanyag alárendelten cirkonkristályokat is tartalmazhat, amelyek körül pleokroos udvar alakulhat ki (7. ábra, e és f).

A vizsgált kőzetminták alapanyagában a fentebb részletezett kristályokon túl olyan devitrifikálódott, valószínűleg egykori horzsakő eredetű klaszterek figyelhetők meg, amelyek szegélyén földpát axiolitok fejlődtek ki, belsejüket mozaikos kvarckristályok töltik ki (7. ábra, b). A 4. csiszolat alapanyaga átkristályosodott kőzetüvegszilánkokban különösen gazdag, ezek alakja elnyúlt, faág- vagy csontvégszerű, táblás, esetleg ívelt peremű, buborékfal formájú (7. ábra, a–d). A fenti bélyegek alapján a vizsgált minták szövete relikvit vitroklasztos, különböző mértékben átalakult, kristálygazdag lapillitufát képviselnek.

A Cserdi Konglomerátum vulkáni kőzettörmelék eredetű szemcséinek mikroszöveti jellegei

A Cserdi Konglomerátum Formációból származó fűrési és felszíni minták (finom-, illetve darakavicsos konglomerátum, valamint polimikt homokkő) hasonló megjelenésűek. Makroszkóposan a vékonycsiszolatok kőzetei vörösbarna árnyalatúak, bennük különböző méretű szemcsékkel (4. ábra).

A finomkavics és darakavics frakcióba tartozó kőzettörmelék többnyire lekerekített, a homokszemcsék viszont szögletesek, rosszul osztályozottak (8. ábra). A homokfrakció vázalkotó szemcséi között uralkodó a vulkáni kőzettörmelék, illetve a vulkáni eredetű kristálytöredék (kvarc, földpát, átalakult biotit). Alárendelten kvarcból és muszkovitból álló metamorf kőzettörmelék és muszkovit szintén megjelenik; a szemcsék közötti pórusteret többnyire klorit, elvértve kovaanyag és hematit cementálja (8–11. ábra).

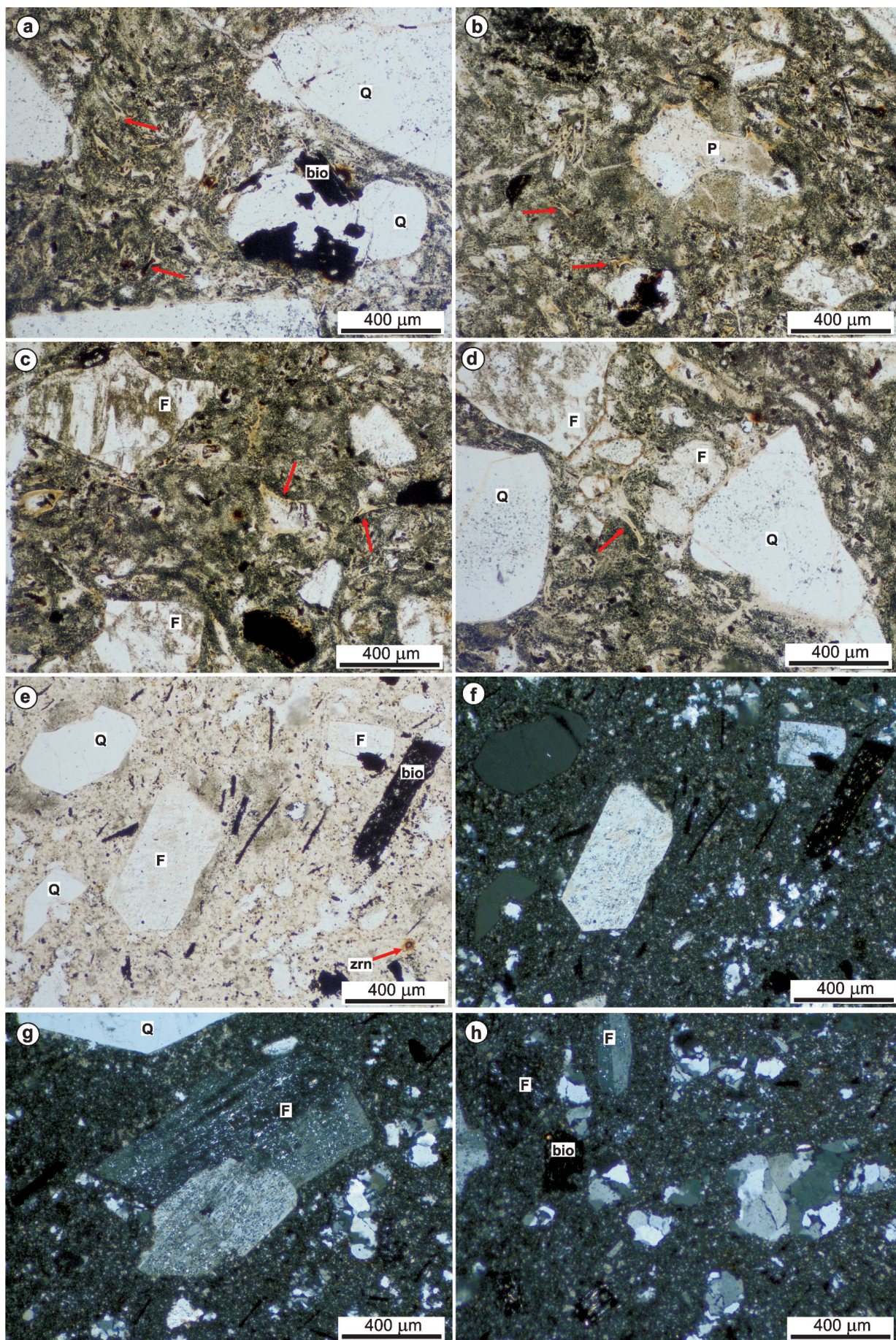
A vulkáni kőzettörmelék-szemcséken belül alapvetően két eltérő szöveti típus fordult elő: porfíros felzites, illetve relikvit vitroklasztos vagy horzsaköves szövetű szemcsék. A felzitesen átkristályosodott szemcsékben mikrofenokristályként közép-, illetve finomszemcsés kvarc, illetve földpát (plagioklász) jelenik meg, alapanyaguk felzites, mikroholokristályos (8. ábra, c–f). A szemcsék repedezettsége nem jellemző. Helyenként akcesszórius (pl. cirkon, apatit) és opak ásványok fordulnak elő bennük, ez utóbbiak egykori mafikus szemcsék utáni pszeudomorfózáik. A felzites szövetű vulkanitszemcsékben szferolitok gyakran felismerhetők, a szferolitok alakja kerekded vagy legyezőszerű (9. ábra, e és f). A relikvit vitroklasztos vagy horzsaköves szövetű szemcsékben a kristályok rendszerint repedezettek, töre-

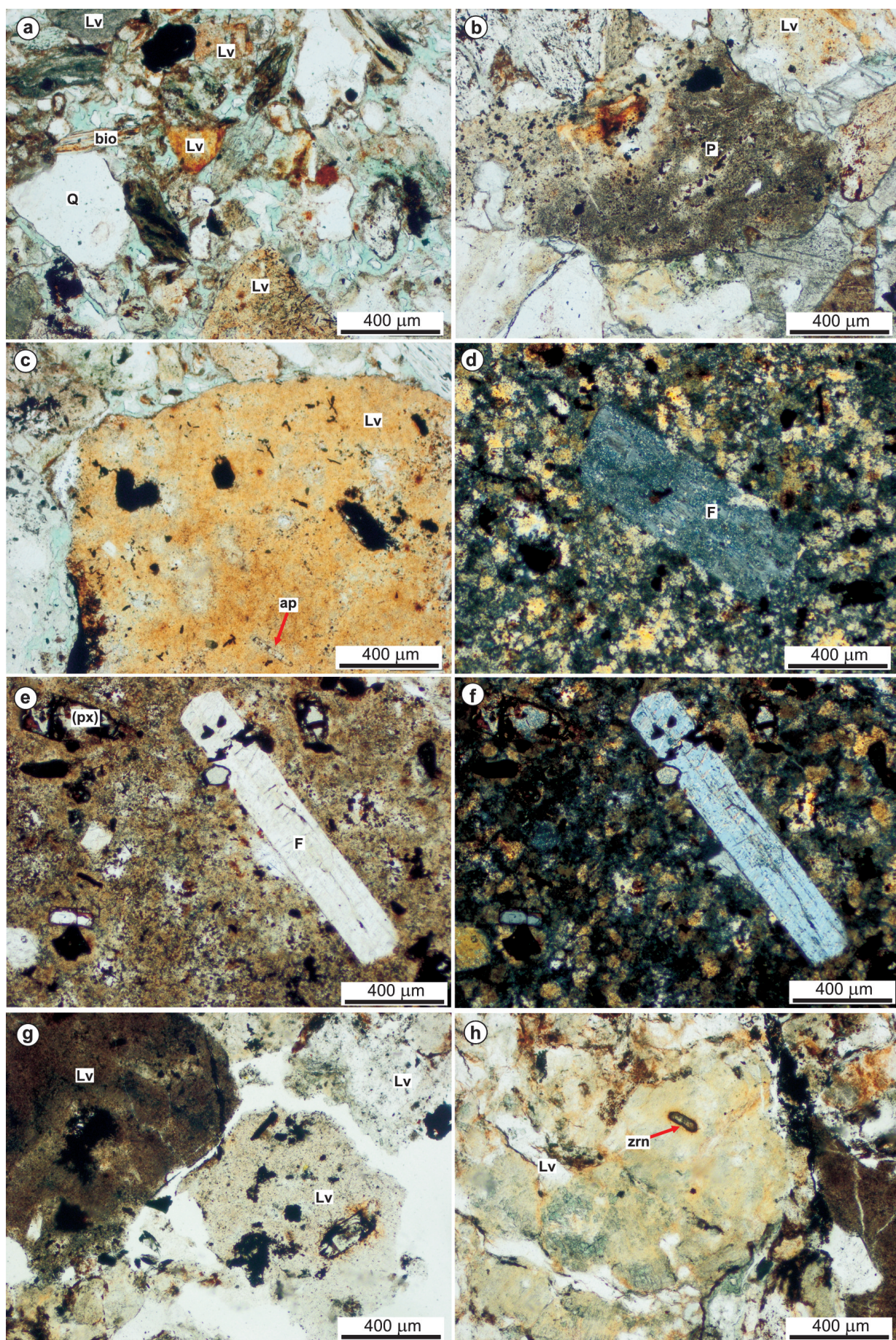
7. ábra. → A 4. (a–d) és az 5. (e–h) vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (Gyűrűfű, riolitkavicsok). a–d) Töredezett kvarc, törött és átalakult földpát és biotit utáni opakásvány pszeudomorfóza átalakult és devitrifikálódott, Y vagy csontvég alakú üvegszilánkokban (nyilak) gazdag alapanyagban (1N). Az egykori horzsaköszilánkok barna szegélyét axiolitos devitrifikáció eredményeként kristályosodott földpát alkotja, belsejüket finomkristályos kvarc- és földpátmozaik tölti ki; e–f) Törött, sajátalakú kvarc, törött vagy rezorbeálódott, sajátalakú földpát (plagioklász), biotit és cirkon az átkristályosodott alapanyagban (1N és +N); g) Átalakult, poliszintetikus ikerlemezű földpátkristályok (plagioklász), +N; h) Az alapanyagban ívelt határvonalú, kvarcmozaikkal kitöltött területek különíthetők el, ezek feltételezhetően átkovásozott egykori horzsaköszilánkok (+N)

Rövidítések: Q: kvarc; F: földpát; bio: biotit, illetve biotit utáni opak pszeudomorfóza; P: relikvit pumice (horzsakő); zrn: cirkon

Figure 7. → Petrographic features of thin sections No. 4 (a–d: PPL) and 5 (e: PPL; f–h: XN), near the village of Gyűrűfű, pebbles previously described as rhyolite. a–d) Fractured quartz, altered broken feldspar, and opaque mineral pseudomorphs after biotite in strongly altered cusped glass shard-rich (arrows) groundmass. The brown rims of pumice shards show axiolitic devitrification to feldspar. Their central parts consist of a mosaic of fine-grained quartz and feldspar; e) and f) Recrystallised groundmass containing of broken idiomorphic quartz and broken or resorbed idiomorphic feldspar (plagioclase) phenocrysts, biotite and zircon. g) Polysynthetic twinning in altered feldspar (plagioclase) crystals; h) Recrystallised pumice shards in the groundmass

Abbreviations: Q: quartz; F: feldspar; bio: biotite and opaque mineral pseudomorphs after biotite; P: relict pumice; zrn: zircon



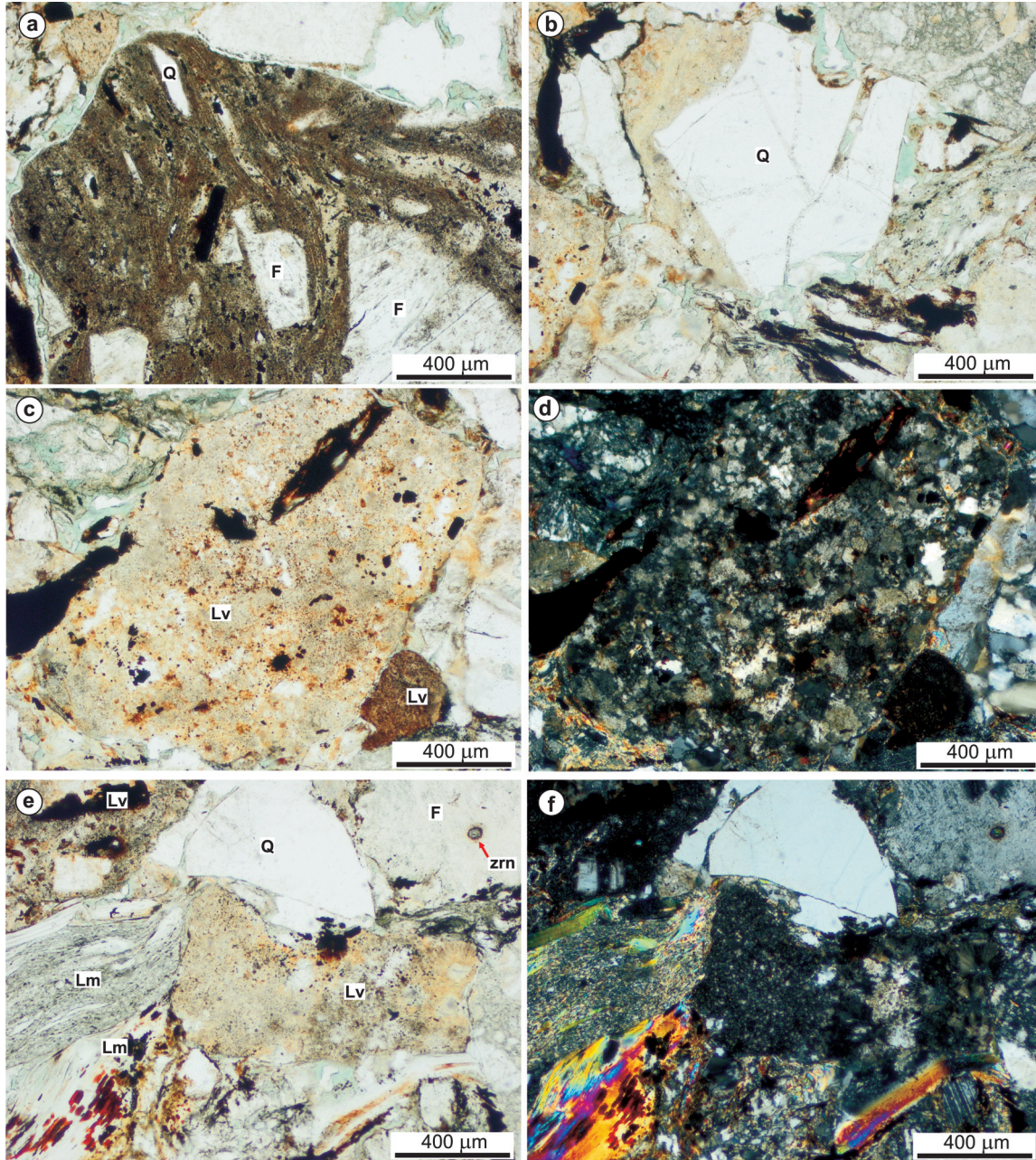


8. ábra. ← A 6. (a–f) és a 7. (g–h) vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (9012. sz. fúrás 288,0 m, Cserdi Formáció). a) A vázalkotó szemcsék (kvarc, átalakult biotit, vulkáni közettörmelék) közötti teret döntően klorit cementálja (1N); b) Átalakult horzsakőszemcse (1N); c) Átkristályosodott vulkáni közettörmelék opakásványokkal és apatittal (1N); d) Átalakult hipidiomorf földpátkristály felzites szövetű alapanyagban (+N); e) és f) Porfiroz, felzites szövetű vulkáni közettörmelék idiomorf léces földpátkristállal, illetve piroxén(?) utáni pszeudomorfózákkal (1N és +N); g) és h) Átalakult vulkáni közettörmelék anyagu szemcsék a homokkőben (1N)

Rövidítések: Lv: vulkáni közettörmelék; Q: kvarc; F: földpát; bio: biotit, illetve biotit utáni opak pszeudomorfóza; P: reliktpumice (horzsakő); (px): piroxén utáni pszeudomorfóza; ap: apatit; zrn: cirkon

Figure 8. ← Petrographic features of thin sections No. 6 (a–c and e: PPL, d and f: XN) and 7 (g and h: PPL), 288.0 m of drill core 9012, Cserdi Formation. a) Chlorite cemented sandstone with quartz, altered biotite and volcanic lithic fragment framework grains; b) Altered pumice grain; c) Recrystallised volcanic lithic fragment with opaque minerals and apatite; d) Altered hipidiomorphic feldspar crystal in felsitic groundmass; e) and f) Porphyric volcanic fragment with idiomorphic feldspar lath and pseudomorphs after pyroxene, showing felsitic recrystallisation; g) and h) Altered volcanic lithics in a sandstone sample

Abbreviations: Lv: volcanic lithic fragment; Q: quartz; F: feldspar; bio: biotite and opaque mineral pseudomorphs after biotite; P: relict pumice; (px): pseudomorphs after pyroxene; ap: apatite; zrn: zircon



9. ábra. A 8. vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (9012. sz. fúrás, Cserdi Formáció). a) Átalakult, kristálytartalmú horzsakő (1N); b) Törött, rezorbeált kvarc vulkáni közettörmelékben (1N); c) és d) Átkristályosodott, felzites szövetű vulkáni közettörmelék (1N és +N); e) és f) Kvarc, földpát, muszkovitban gazdag metamorf közettörmelék és szferulitos-felzites vulkanitszemcsék homokkőben (1N és +N)

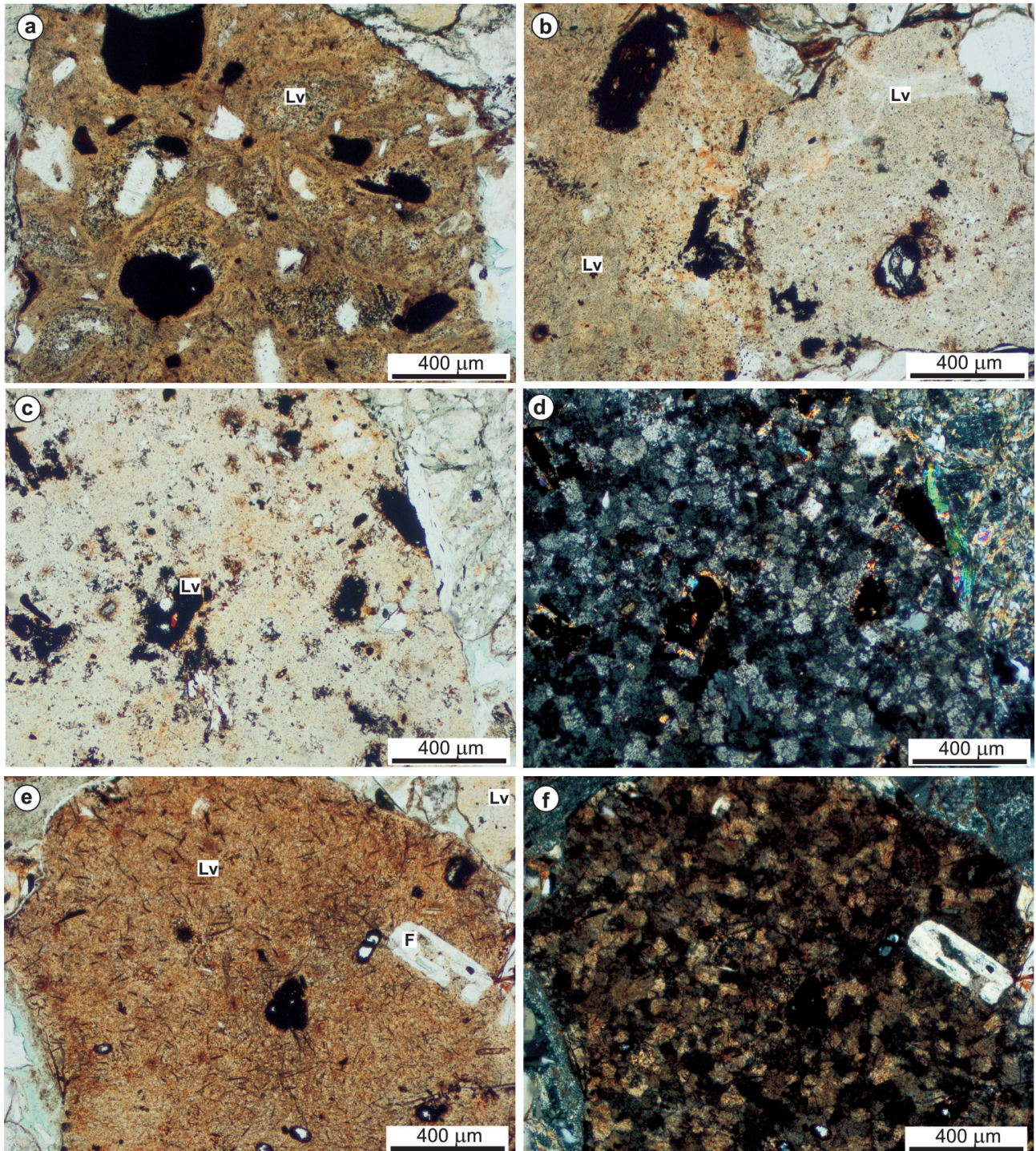
Rövidítések: Q: kvarc; F: földpát; Lv: vulkáni közettörmelék; Lm: metamorf közettörmelék; zrn: cirkon

Figure 9. Petrographic features of thin section No. 8 (a–c and e: PPL; d and f: XN), drill core 9012, Cserdi Formation. a) Altered pumice grain with quartz and feldspar crystals; b) Broken resorbed quartz in a volcanic lithic fragment; c) and d) Recrystallised volcanic lithic grain showing felsitic texture; e) and f) Quartz, feldspar, mica-bearing metamorphic rock fragment and volcanic lithic grain with spherical spherulitic and felsitic texture in a sandstone sample

Abbreviations: Q: quartz; F: feldspar; Lv: volcanic lithic fragment; Lm: metamorphic lithic fragment; zrn: zircon

dezettek; gyakoriak az átalakult kőzetüvegszilánkok, illetve az egykor üveges komponensek nagy hőmérsékletű devitrifikációjára utaló szferolitos vagy axiolitos átkristályosodási bélyegek (9. ábra, a; 11. ábra, e). Az egykori üvegszilánkok alakja főleg elnyúlt, faágszerű, ritkábban táblás. A teljesen

átkristályosodott horzsakőszemcsékben az egykori buborékosodás nyomai párhuzamos „csövecskék” formájában ismerhetők fel (9. ábra, a); a horzsakőszemcsék finomszemcsés alapanyagában tűs, opak ásványok (11. ábra, b), illetve cirkon látható, ez utóbbi körül pleokroos udvar alakult ki.

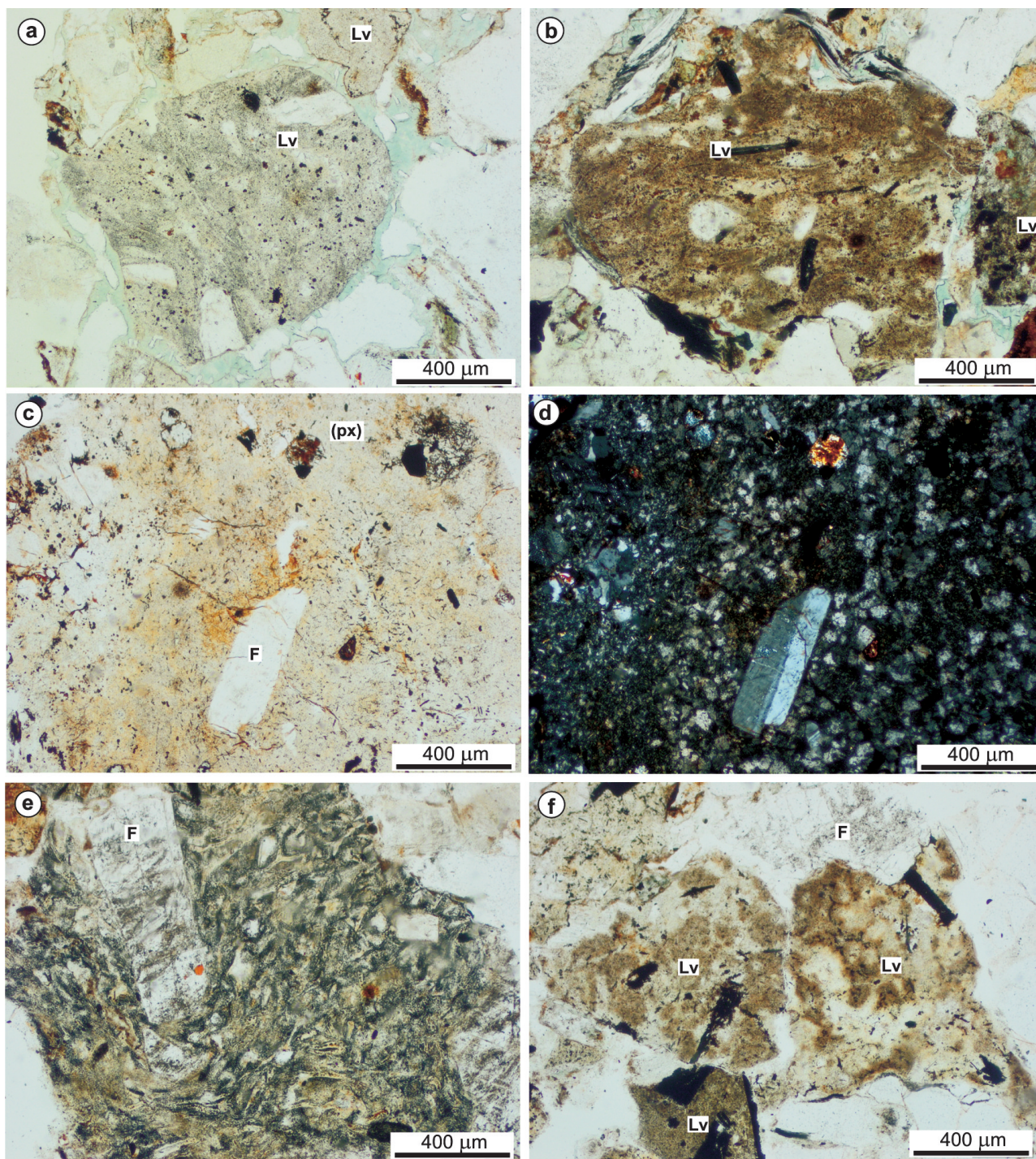


10. ábra. A 9. vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (a–c és e: 1N; d és f: +N), 9012. sz. fúrás, Cserdi Formáció. a) Átkristályosodott, reliktvitroklastos szövetű vulkáni kőzettörmelék; b–f) Különböző megjelenésű, felzitesen átkristályosodott vulkanitszemcse

Rövidítések: Lv: vulkáni kőzettörmelék; F: földpát

Figure 10. Petrographic features of thin section No. 9 (a–c and e: PPL; d and f: XN), drill core 9012, Cserdi Formation. a) Recrystallised volcanic lithic grain showing relict vitroclastic texture; b–f) Various types of recrystallised volcanic lithic grains showing felsitic texture

Abbreviations: Lv: volcanic lithic fragment; F: feldspar



11. ábra. A 10. (a–d) és a 12. (e és f) vékonycsiszolat petrográfiai jellemzői (9012. sz. fúrás, Cserdi Formáció). a) és b) Átalakult, kristálytartalmú horzsakő kloritcementes homokkőben (1N); c) és d) Felzitesen átkristályosodott vulkanitszemcsé földpát mikrofenokristállyal (1N és +N); e) Átkristályosodott, relikv vitroklasztos szövetű vulkáni közettörmelék földpát-kristállyal (1N); f) Különböző megjelenésű, átkristályosodott vulkanitszemcsék a vulkanoklasztitban (1N)
Rövidítések: Lv: vulkáni közettörmelék; F: földpát; (px): piroxén utáni pszeudomorfoza

Figure 11. Petrographic features of thin sections No. 10 (a–c: PPL, d: XN) and 12 (e and f: PPL), drill core 9012, Cserdi Formation. a) and b) Altered pumice in a chlorite-cemented sandstone; c) and d) Feldspar microcryst-bearing recrystallised volcanic lithic grain showing felsitic texture; e) Recrystallised volcanic lithic grain showing relict vitroclastic texture; f) Various types of recrystallised volcanic lithic grains

Abbreviations: Lv: volcanic lithic fragment; F: feldspar; (px): pseudomorphs after pyroxene

Diszkussió

Munkánk célja az egykori Mecseki Ércbányászati Vállalatnál FAZEKAS Via által összeállított „Vulkanitok, etalon kollekció” vékonycsiszolat-gyűjtemény preparátumaiból a Gyű-

rűfűi Riolit mecseki előfordulásának részletes szöveti elemzése volt. A reambuláció szempontjából kiemelten fontos a korábbi petrográfiai dokumentáció összevetése az általunk végzett leírással, hiszen — ahol szükséges — ez teszi kiterjeszhetővé a korábbi adatok újraértelmezését. Annak elle-

nére, hogy a csiszolatgyűjtemény korlátozott számú mintát tartalmaz, a kis mintaszám reprezentatívnek tekinthető, mert a Gyűrűfői Riolit mecseki kifejlődésével foglalkozó kutatók egységesen megállapították, hogy a felszíni feltárás kőzete, valamint a kutatóknál és a mélyfúrások által feltárt kőzetanyag egymáshoz nagyon hasonló (SZEDERKÉNYI 1962, FAZEKAS 1978, FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998, JAKAB 2005).

Az adott terület, valamint az általunk jellemzett minták kőzetanyaga SZEDERKÉNYI (1962) és FAZEKAS (1978) makroszkópos leírása szerint olyan „kvarcporfír”, amely felzítés alapanyagában porfíros beágyazódások (kvarc, káliföldpát, plagioklász és biotit fenokristályok) különíthetők el. A fenokristályok jellemzésekor SZEDERKÉNYI (1962) és FAZEKAS (1978) egyaránt megállapította, hogy a kvarc mindig zárványsoros, gyakran rezorbeált, továbbá rendszerint háromszög vagy hatszög keresztmetszetű vékonycsiszolatban. Ez utóbbi bélyeget idiomorf, illetve hipidiomorf alaknak értelmezték annak ellenére, hogy megállapították, gyakorlatilag az összes kvarc erősen töredezett (a repedések íves lefutásúak), és a töredékek gyakran elmozdultak egymástól. Megállapították továbbá azt is, hogy bizonyos mintákban (pl. 9015. számú fúrás 188,1 m feletti szakaszán) a kvarc-kristályok körül helyenként mozaikos másodlagos kvarc figyelhető meg. Petrográfiai vizsgálatunk alapján nyilvánvaló, hogy a hipidiomorf szemcséknek gyakran több egyenes oldala van, de egy részük láthatóan ívelt törési felület (5. ábra, a), ami a nagyfokú töredezettséggel és a rossz osztályozottsággal együtt — az újabb kutatások mikroszvöti megfigyeléseire alapozva (McPHIE et al. 1993, PAULICK & BREITKREUZ 2005, NÉMETH & MARTIN 2007, HARANGI et al. 2013, WILLCOCK et al. 2013) — robbanásos kitöréshez kapcsolható folyamat eredménye. A kristályok piroklaszt eredetére utal továbbá az, hogy bizonyos esetekben a kristályok szélére kőzetüveg tapadt, ami devitrifikálódott (6. ábra, a és b). A tüske- és töviszerű kvarcszilánkok, földpát-töredékek szintén jellegzetes piroklaszt elemek (McPHIE et al. 1993, PAULICK & BREITKREUZ 2005).

A minták alapanyagában SZEDERKÉNYI (1962) mikroszkópos megfigyelései során különböző ásványokkal utólagosan kitöltött, gázbuborékként értelmezett részeket különített el, melyek a folyásos szerkezettel párhuzamos elhelyezkedésűek. Megjegyezte továbbá, hogy — ezeken túl — 2–5 cm-es, „kvarcporfír” anyagú, szabálytalan alakú, nem éles határvonalú zárványok szintén jellemzőek. FAZEKAS (1978) vékonycsiszolati megfigyelései alapján az alapanyag fluidális jellegű, amit véleménye szerint „a hajdani folyó lávaár szalagköteges, örvényes mozgását kirajzoló vas-oxidok” megoszlása tükröz. A folyásos szövet fontos bizonyítékként értékelte azokat az alapszövetben gyakran megtalálható, változó mennyiségű és méretű, irányítottan elhelyezkedő, lapított csepp, karéj alakú „képződményeket”, amelyek belsejét finomszemcsés illit tölti ki, széleiken kvarc-földpát összetételű, vas-oxidos szferolitsoportok azonosíthatók. Annak ellenére, hogy a jól lehatárolható, megnyúlt, lencse alakú képződmények központi része helyenként részben üreges volt (FAZEKAS 1978), azokat nem juvenilis alkotóként

különítette el, hanem az alapanyag szerves részének tekintette. A későbbi petrográfiai vizsgálatok során JAKAB (2005) szintén riolit anyagú zárványként dokumentálta a fenti szöveti elemeket („szürke zárványok” és „rózsaszín zárványok”).

Petrográfiai megfigyeléseink szerint a SZEDERKÉNYI (1962), FAZEKAS (1978) és JAKAB (2005) által leírt zárványok, illetve szalag-, lencse-, lapított cseppalakú képződmények — méretüktől függően — részben egykori kőzetüvegszilánkok, részben horzsakövek, amelyek devitrifikálódtak, illetve átalakultak (kovásodtak, agyagásványosodtak). Ez a jelentős mértékű utólagos átalakulás vezetett ahhoz, hogy SZEDERKÉNYI (1962) és FAZEKAS (1978) alapos leírása ellenére — az akkor alkalmazható mikroszkópi technikával — nem ismerték fel az egykori juvenilis alkotókat (átkristályosodott üvegszilánkok, kristálygazdag horzsakövek), így a látszólag lávaszerű megjelenésű kőzetet riolitként azonosították. Kiemelendő, hogy a tényleges anyagvizsgálati eredményeket bemutató, publikálatlan, kéziratok dokumentációra (SZEDERKÉNYI 1962, FAZEKAS 1978) épülő szakkönyvek és formációleírások (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998) — amelyek fotókat nem tartalmaznak a Gyűrűfői Riolitról — nem tesznek említést ezekről a jellegzetes szöveti elemekről, sőt a fenokristályok nagyfokú repedezettségéről, illetve töredezettségéről sem. A széles körben elérhető szakirodalomban a Gyűrűfői környéki riolit már úgy jelenik meg, mint egy nagyfokú homogenitást mutató, feltehetően egyetlen lávaömlésből keletkezett vulkanit. Alapanyaga folyásos szerkezetű, felzítés; abban idiomorf kvarc, földpát és alárendelten biotit porfíros kristályokkal (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ 1998), ami nem tükrözi a tényleges kőzettani jellemzőket. Az erre épülő, korábban vázolt ösföldrajzi kapcsolatokat ennek megfelelően fenntartással kell kezelni.

Összevetve a korábbi dokumentációkat a saját megfigyeléseinkkel megállapítható, hogy az egykori Gyűrűfői Riolit leírásaiban kriptokristályos, axiolitos-szferolitos (metaszferolitos), devitrifikált, fluidális szövetű, kvarcporfírnak besorolt kőzetek (pl. 4. ábra, II. táblázat) nagy valószínűséggel piroklasztitok abban az esetben, ha a dokumentáció szerint a devitrifikáció az alapanyagban jól elkülöníthető, karéj vagy lencse alakú klaszterek formájában jelenik meg. A nyúlt, ellapult megjelenés tömörödési és/vagy összesülési kompakció eredménye (McPHIE et al. 1993, KARÁTSÓN 1998, GIFFKINS et al. 2005, HARANGI et al. 2013, WILLCOCK et al. 2013), ami a nagy hőmérsékletű devitrifikáció szöveti bélyegeivel társulva (pl. axiolitok; 5. ábra, e és f; 6. ábra, e és f) az összesülés mértékére szolgáltat bizonyítékot. A helyenként földpát, kvarc és biotittöredékeket rejtő, átalakult, összesült horzsakövek (fiammek) — az alapanyagban elkülöníthető egykori üvegszilánkokkal együtt — egyértelműen relikvit vitroklasztok, és a kőzet tufa (piroklasztit) eredetére utalnak. A fenti szöveti bélyegek alapján, az I. táblázatot (PAULICK & BREITKREUZ 2005) és a 2. ábrát (McPHIE 1993, HARANGI et al. 2013) figyelembe véve a minták legnagyobb valószínűséggel magmás robbanásos kitörésből származó, piroklasztár eredetű kőzetnek sorol-

hatók be, a genetika pontos megadásához azonban további összetett vizsgálatok szükségesek.

A „Vulkanitok, etalon kollekció” vékonycsiszolat-gyűjtemény Gyűrűfű környéki Gyűrűfűi Riolit mintái a fentiek alapján átalakult, rosszul osztályozott, kristálygazdag lapillitufát képviselnek. A 9012. számú fúrásból származó minta kőzete erősen összesült, lávaszerű piroklasztit (5. *ábra*), míg a kissé deformált vagy deformálatlan, ívelt peremű kőzetüvegszilánkok utáni pseudomorfozátakat tartalmazó minták (9007. számú fúrás, illetve Gyűrűfűi kavicsanyag; 6. és 7. *ábra*) erősen átalakult, nem összesült lapillitufaként határozhatók meg. Mindezeket figyelembe véve eredményeink megerősítik VARGA (2009) azon felvetését, hogy a Mecsek nyugati részéről származó Gyűrűfűi Riolit nem kiömlési kőzet. Ezzel összhangban állnak azok a korábbi megfigyelések, melyek szerint a 9012. számú fúrásban (95,0 m) a „kvarcporfíron” belül kis vastagságú, finomszemcsés, osztályozatlan és rétegzetlen „portufa”-betelepülés található. Ezen kívül a 9015. számú fúrás alsó kontaktján (235,0 m) „hegedt tufa” jelent meg; a „kvarcporfír” alatti törmelékes összletben egyértelműen tufaszinteket lehetett azonosítani, továbbá közvetlenül a vulkanit felett a terepi dokumentáció szerint tufa jellegű betelepülések vannak (FAZEKAS 1978).

A Cserdi Konglomerátum Formációból származó fúrási és felszíni darakavicsos konglomerátum-, valamint polimikt homokkőminták („alsó tarka konglomerátum”, 4. *ábra*) vázalkotó szemcséin belül alapvetően két eltérő szöveti típusú vulkáni kőzettörmelék fordult elő: nagyobb arányban porfíros felzites, valamivel kisebb mennyiségben reliktvitroklasztos vagy horzsaköves szövetű szemcsék jellemzőek. Petrográfiai megfigyeléseink szerint a porfíros felzites szövetű vulkáni kőzettörmelék nem rokonítható a terület Gyűrűfűi Riolit mintáinak szövetével, így származási helye máshol lehetett, vagy más környezetben keletkezhetett. Ezek a porfíros felzites jellegű vulkanitzemcsék (8. *ábra*, *c-h*; 9. *ábra*, *c és d*; 10. *ábra*, *b-f*; 11. *ábra*, *c és d*) nagy valószínűséggel tényleges kiömlési kőzetet képviselnek, a gyors hűlés következtében mozaikos átkristályosodáson mentek keresztül (MCPIE et al. 1993, HARANGI et al. 2013). A reliktvitroklasztos szövetű szemcsék (10. *ábra*, *a*; 11. *ábra*, *e*) azonban nagy hasonlóságot mutatnak az általunk dokumentált átalakult, kristálygazdag lapillitufával, mennyiségük viszont alárendelt a Cserdi Konglomerátum vizsgált mintáiban. A reliktvitroklasztos és a horzsaköves szövetű szemcsék megjelenése egyértelműen robbanásos vulkáni működés bizonyítéka a területen. Ez alapján a törmelékes kifejlődés kőzetei genetikailag rokoníthatók az említett Gyűrűfűi Riolit csiszolatmintáival.

Eredményeink megerősítik SZEDERKÉNYI (1962) megfigyelését, aki — JÁMBOR & SZABÓ (1960) korábbi jelentésével azonos módon — megállapította, hogy a Gyűrűfű környéki „kvarcporfír” feletti durvatörmelékes összlet kavicsanyaga két eltérő szövetű és típusú „kvarcporfír” kavicsot tartalmaz, melyek közül csak az egyik azonosítható a Gyűrűfűi Riollal. A későbbi kutatások hasonló következtetéseket fogalmaztak meg, a nagy mennyiségű

felzites szövetű szemcséket FAZEKAS (1987) és BODOR & SZAKMÁNY (2009) szintén említette. A Cserdi Formáció tanulmányozása során BODOR & SZAKMÁNY (2009) a polimikt összetételű konglomerátumban a riolitkavicsokon belül megkülönböztették a vitrofíros és a felzites szövetűeket, a vulkanoklasztitokon belül pedig a piroklasztitokat és tufitokat. A Gyűrűfű környéki minták vizsgálata alapján kijelenthető, hogy a Cserdi Konglomerátumban domináns felzites szövetű vulkanitfragmentumok nem párhuzamosíthatók a területen megjelenő, korábban lávakőzetként dokumentált Gyűrűfűi Riollal. Ez a megfigyelés nem támasztja alá azt a korábbi nézetet (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ STUHL 1998, BODOR & SZAKMÁNY 2009), hogy a konglomerátum törmelékanyaga döntően a fekvő riolit eróziójából származott, hiszen az reliktvitroklasztos szövetű, erősen átalakult, kristálygazdag lapillitufa (valószínűleg horzsakő- és hamuárüledék) a Gyűrűfű környéki (Nyugat-Mecsek) kifejlődési területen.

Következtetések

A „Vulkanitok, etalon kollekció” vékonycsiszolat-gyűjtemény Gyűrűfű környéki területről kiválasztott (Dinnyeberki és Gyűrűfű közötti fúrások és felszíni feltárások), korábban lávakőzetként dokumentált Gyűrűfűi Riolit mintáinak revíziója rámutatott arra, hogy azok alapanyagának szövege reliktvitroklasztos. A fenokristályokat rosszul osztályozott, többnyire töredezett-repedezett, földpát- és kvarc-kristályok alárendelten átalakult színes ásványok (biotit) alkotják. A mikroszkópos vizsgálat során azonosítható, változó mértékben deformált, átalakult, ívelt peremű kőzetüvegszilánkok, valamint a nagy hőmérsékleten devitrifikálódott (axiolitos, szferolitos) horzsakőfragmentumok alapján az adott minták nem folyásos szövetű lávakőzetet, hanem változó mértékben tömörödött, helyenként összesült piroklasztitot képviselnek. Eredményeink rámutattak arra, hogy a robbanásos vulkáni működés mértékét korábban alábecsülték a vizsgált területen, illetve képződményben.

A 9012. számú fúrás és a Dinnyeberki környéki felszíni feltárások Cserdi Formációba sorolt kőzetmintáinak revíziója — megerősítve SZEDERKÉNYI (1962) eredményeit — rávilágított arra, hogy a Gyűrűfűi Riolit közvetlen fedőjében települő, rosszul osztályozott kőzetanyagban a domináns, vulkáni eredetű kavicsok szövege eltér a korábban lávakőzetként dokumentált Gyűrűfűi Riolit jellegzetes szövetétől. Amíg a Mecsek nyugati részén a kristálygazdag, nagy hőmérsékleten devitrifikálódott, reliktvitroklasztos szöveti típus az általános, a Cserdi Formáció alsó részén — hasonlóan a legutóbbi petrográfiai leíráshoz (BODOR & SZAKMÁNY 2009) — legnagyobb arányban átalakult, felzites szövetű vulkanitfragmentumok azonosíthatók. Ez a megfigyelés nem támasztja alá azt a korábbi nézetet (FÜLÖP 1994, BARABÁS & BARABÁSNÉ STUHL 1998, BODOR & SZAKMÁNY 2009), hogy a konglomerátum törmelékanyaga döntően a fekvő riolit eróziójából származott. A felzites szövetű vulkanitfragmentumok eredete jelenleg ismeretlen;

térben és/vagy időben elkülönülő vulkáni tevékenység kőzetanyagát egyaránt képviselhetik.

A jelen munkában bemutatott összehasonlító vizsgálat folytatásaként a „Vulkanitok, etalon kollekció” gyűjtemény további, a Villányi-hegység északi előteréből, a máriaké-méendi, illetve a battonyai előfordulásból származó Gyűrűfői Riolit csiszolatminták revízióját végezzük el. A képződmény átfogó petrográfiai jellemzéséhez párhuzamos kutatásként a Gyűrűfői Riolit felszíni feltárásának kutatása (SZEMERÉDI et al. 2014), illetve az elérhető fűrészi anyagok (pl. XV. szerkezetkutató fűrés) litofacies szemléletű dokumentálása kapcsolódik, amit katódlumineszcens mikroszkópos és fluidumzárvány-vizsgálatok egészítenek ki (VARGA et al. 2012).

Köszönetnyilvánítás

Ez a munka az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) PD 83511 nyilvántartási számú téma keretein belül (vezető kutató: RAUCSIKNÉ VARGA Andrea), az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával (BO/27/11, RAUCSIKNÉ VARGA Andrea), valamint a Mecsekérc Zrt. engedélyével készült. A gyűjtemény vizsgálatát MÁTHÉ Zoltán (Mecsekérc Zrt.) és KARÁDI György (Mecsekérc Zrt.) tette lehetővé, amiért ezúton szeretnénk köszönetet mondani. Köszönet illeti SZAKMÁNY György és SZEPESI János lektorainkat, valamint SZTANÓ Orsolya szerkesztőt a kézirat alapos bírálatáért, továbbá a tanulmány színvonalát emelő megjegyzéseikért.

Irodalom — References

- BARABÁS A. & BARABÁSNÉ STUHL Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*, MOL Rt.-MÁFI kiadvány, Budapest, 187–215.
- BODOR S. & SZAKMÁNY GY. 2009: A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. szerkezetkutató fűrés, Ny-Mecsek). — *Földtani Közlemények* **139/4**, 325–340.
- BREITKREUZ, C. 2013: Spherulites and lithophysae—200 years of investigation on high-temperature crystallization domains in silica-rich volcanic rocks. — *Bulletin of Volcanology* **75**, 705 (DOI 10.1007/s00445-013-0705-6), 16 p.
- FAZEKAS V. 1978: Kutatási Zárójelentés: A magyarországi felső-paleozoos vulkanitok ásvány-kőzettani-, kémia-, valamint sugárzóanyag-tartalom vizsgálata. — *Kutatási zárójelentés*, Mecseki Ércbányászati Vállalat Kísérleti Adattár (J–3033), 141 p.
- FAZEKAS V. 1987: A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. — *Földtani Közlemények* **117/1**, 11–30.
- FÜLÖP J. 1994: *Magyarország geológiája. Paleozoikum II.* — Akadémiai Kiadó, Budapest, 447 p.
- GIFKINS, C. C., ALLEN, R. L. & MCPHIE, J. 2005: Apparent welding textures in altered pumice-rich rocks. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **142**, 29–47.
- HARANGI SZ. 2011: *Vulkánok: A Kárpát-Pannon térség tűzhányói.* — Geolitera, Szeged, 440 p. (ISBN:978-963-306-110-7)
- HARANGI SZ., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S., LUKÁCS R. & SÁGI T. 2013: *Magmás kőzetek és folyamatok - gyakorlati ismeretek magmás kőzetek vizsgálatához.* — ELTE TTK FFI Kőzettan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 566 p. (ISBN 978-963-284-478-7)
- HIDASI T. 2013: A Gyűrűfői Riolit Formáció kőzetmintáinak vizsgálata a Mecseki Ércbányászati Vállalat „Vulkanitok, etalon kollekció” csiszolatgyűjteményének felhasználásával. — *Diplomamunka*, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, Szeged, 77 p.
- JAKAB A. 2005: A Gyűrűfői Riolit kőzettani és geokémiai leírása. — *Diplomamunka*, ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 79 p.
- JÁMBOR Á. & SZABÓ J. 1960: A perm összletben végzett kavicsvizsgálatok eredményeiről. — *A II. számú kutatócsoport 1960. évi jelentése*, MÉV Adattár, Pécs
- KARÁTON D. 1998: *Vulkanológia I.* — Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 237 p.
- KONRÁD GY. & BARABÁS A. 2001: A magyarországi uránérckutatról és a nyugat-mecseki uránércbányászatról szóló zárójelentés. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **134/4**, 212–219.
- KONRÁD GY. & SEBE K. 2010: Fiala tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlemények* **140/2**, 445–468.
- MCCARTHER, A. N., CAS, R. A. F. & ORTON, G. J. 1998: Distribution and significance of crystalline, perlitic and vesicular textures in the Ordovician Garth Tuff (Wales). — *Bulletin of Volcanology* **60**, 260–285.
- MCPHIE, J., DOYLE, M. & ALLEN, R. 1993: *Volcanic textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks.* — Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 198 p.
- NÉMETH, K. & MARTIN, U. 2007: Practical Volcanology: Lecture Notes for Understanding Volcanic Rocks from Field Based Studies. — *Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary* **207**, Budapest, 221 p.
- PAULICK, H. & BREITKREUZ, C. 2005: The Late Paleozoic felsic lava-dominated large igneous province in northeast Germany: volcanic facies analysis based on drill cores. — *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)* **94**, 834–850.
- SZEDERKÉNYI T. 1962: Földtani jelentés a Ny mecseki (Gyűrűfű) kvarcporfir földtani, kőzettani és radiológiai vizsgálatának eredményeiről. — *Kéziratok jelentés*, MÉV Adattár (J–0100), Pécs, 92 p.
- SZEMERÉDI M., VARGA A. & LUKÁCS R. 2014: A Gyűrűfői Riolit Formáció kőzettani jellemzése a Gyűrűfű és Dinnyeberki közötti felszíni feltárások alapján. — In: PÁL-MOLNÁR E. & HARANGI SZ. (szerk.): *Kőzettani folyamatok a földköpenytől a felszíniig*, 5. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés kiadványa, Budapest, ISBN 978-963-482-997-3, p. 84.
- VARGA A. 2009: A dél-dunántúli paleozoos-alsó-triász sziliklasztos kőzetek kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. — *Doktori (PhD) értekezés*, ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.

- VARGA A. 2011: A dél-dunántúli permokarbon képződmények: Hagyományos felfogás és rétegtani problémák. — *Mecsek Földtani Terepgyakorlat*, Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottsága, Orfű, 2011. augusztus 3–9., Kirándulásvezető, 13–17.
- VARGA, A., DABI, G. & BAJNÓCZI, B. 2012: Initial results of textural and fluid inclusion analyses of Gyűrűfű Rhyolite Formation (Permian, SW Hungary). — *Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series, Szeged* **7**, p. 145.
- VARGA A., DABI G., RAUCSIK B., BAJNÓCZI B., SCHUBERT F., PÁL-MOLNÁR E. & HIDASI T. 2013: *Késő-variszkuszi üledékképződési környezetek rekonstrukciója a Dél-Dunántúlon: a Korpádi Homokkő, a Gyűrűfű Riolit és a Cserdi Konglomerátum Formációk kapcsolatrendszer.* — IV. Közettani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa, Molnár Nyomda és Kiadó Kft. Pécs, ISBN 978-963-8221-52-0, 7–11.
- WILLCOCK, M. A. W., CAS, R. A. F., GIORDANO, G. & MORELLI, C. 2013: The eruption, pyroclastic flow behaviour, and caldera in-filling processes of the extremely large volume (N1290 km³), intra- to extra-caldera, Permian Ora (Ignimbrite) Formation, Southern Alps, Italy. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **265**, 102–126.
- Kézirat beérkezett: 2015. 01. 27.

